



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA LENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

“OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA
TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A.,
CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

VILLON CHANCAY XAVIER ALEJANDRO

TUTOR:

ING. JAQUE PUCA DARWIN GUSTAVO, MSc.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2025

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL

TEMA:

“OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA
TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A.,
CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

VILLON CHANCAY XAVIER ALEJANDRO

TUTOR:

ING. JAQUE PUCA DARWIN GUSTAVO, MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR


2025

UPSE

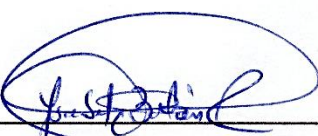
CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Villon Chancay Xavier Alejandro**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR

f. 
Ing. Darwin Gustavo Jaque Puca, MSc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. 
Ing. Isabel Del Rocío Balón Ramos, MSc.

La Libertad, a los 11 días del mes de julio del año 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR”, elaborado por el Sr. VILLON CHANCAY XAVIER ALEJANDRO, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. 

Ing. Jaque Puca Darwin Gustavo, MSc.

La Libertad, a los 11 días del mes de julio del año 2025

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Villon Chancay Xavier Alejandro

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR**”, previo a la obtención del título de **Ingeniera Industrial** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 11 días del mes de julio del año 2025

EL AUTOR

f.  _____

Villon Chancay Xavier Alejandro

AUTORIZACIÓN

Yo, **Villon Chancay Xavier Alejandro**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 11 días del mes de julio del año 2025

EL AUTOR:

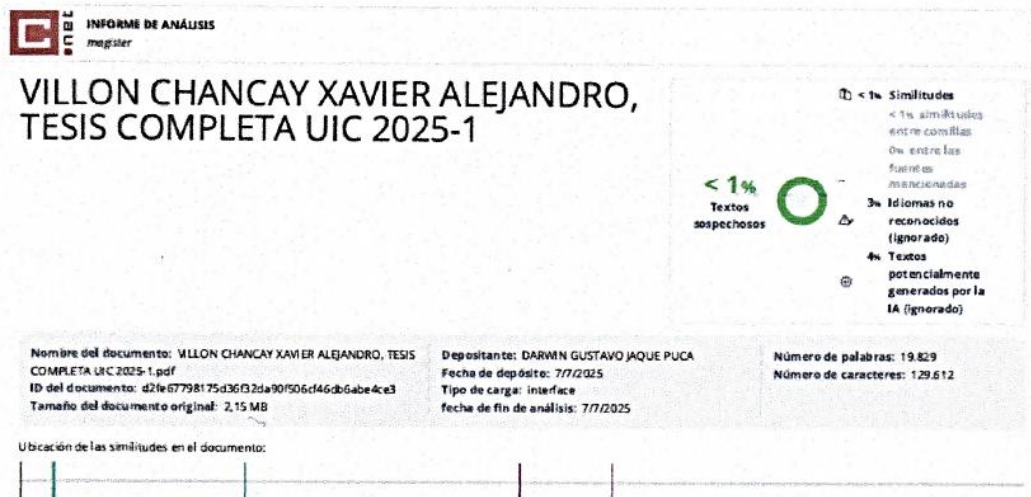
f. 

Villon Chancay Xavier Alejandro

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLED SA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR” elaborado por el Sr. VILLON CHANCAY XAVIER ALEJANDRO egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio: Compilatio Magister, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 1% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.



Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f. 
Ing. Jaque Puca Darwin Gustavo, MSc.
C.C.: 1803738580

Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.
Celular: 0962183538
Correo: bettyruthgomez@educacion.gob.ec

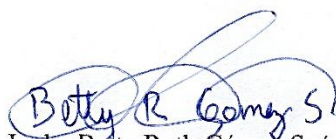
CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, **BETTY RUTH GÓMEZ SUÁREZ**, en mi calidad de **LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS**, por medio de la presente tengo a bien indicar que he leído y corregido el Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, denominado **“OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR”**, del estudiante: **VILLON CHANCAY XAVIER ALEJANDRO**.

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigentes.

En cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso del presente como estime conveniente.

Santa Elena, 04 de Julio del 2025



Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.

CL. 0915036529

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS
N° DE REGISTRO DE SENECYT 1050-2014-86052892

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y sabiduría que ha sido indispensable para lograr mis objetivos y culminar esta etapa académica, también por ser base fundamental y guía en mi vida.

A mi querida madre Yenny Chancay, que sin su apoyo, amor incondicional y consejos nada de esto hubiera sido posible, eternamente agradecido por inculcarme buenos valores, por enseñarme que a pesar de las adversidades nunca hay que rendirse y demostrarme que siempre se puede.

A mi hermano Ronny Villon le agradezco por brindarme su ayuda y palabras de aliento para no desistir y seguir adelante durante esta etapa.

Agradezco encarecidamente a mi mejor amiga y compañera de curso Damaris Villon, por ser mi apoyo emocional en estos años y siempre creer en mí, incluso cuando dudaba de lo que era capaz. Las risas y los buenos momentos vividos siempre los llevaré en el alma.

Finalmente, agradezco a mi tutor de tesis, Ing. Darwin Jaque por brindar sus conocimientos y orientación durante la realización de este trabajo de investigación.

Xavier Alejandro Villon Chancay

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi amada madre, Yenny Chancay, por ser un pilar fundamental en mi vida y ser un ejemplo a seguir, sin duda es mi mayor motivo para nunca rendirme. A mi hermano, por la ayuda brindada durante esta etapa universitaria. A mi abuelita y mis tíos, por su apoyo incondicional y la confianza en mí. Estoy seguro de que se sentirán orgullosos por este nuevo logro que estoy alcanzado.

Xavier Alejandro Villon Chancay

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

ING. ISABEL DEL ROCÍO BALÓN RAMOS, MSC.

DIRECTORA DE CARRERA

f. 

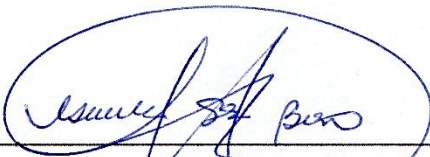
ING. FRANKLIN REYES SORIANO, MSC.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

ING. DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA, MSC.

DOCENTE TUTOR

f. 

ING. GRACIELA CELEDONIA SOSA BUENO, PhD

DOCENTE GUÍA DE LA UIC

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN.....	III
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	V
AUTORIZACIÓN.....	VI
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	VII
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA.....	VIII
AGRADECIMIENTOS.....	IX
DEDICATORIA.....	X
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	XI
ÍNDICE GENERAL.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes Investigativos.....	4
1.2 Estado del arte.....	5
1.3 Fundamentos Teóricos.....	17
CAPITULO II.....	22
MARCO METODOLÓGICO	22
2.1 Enfoque de investigación.....	22
2.2 Tipo y diseño de investigación.....	22
2.3 Procedimiento metodológico.....	23
2.4 Población y muestra.....	26
2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	28

2.6	Variables de estudio.....	31
2.7	Procedimiento para la recolección de los datos.....	34
2.8	Método de análisis de datos.....	35
2.9	Validez y confiabilidad del instrumento.....	37
CAPITULO III		41
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN		41
3.1	Generalidades de la empresa	41
3.2	Marco de resultados.....	45
3.3	Propuesta de mejora.....	58
3.4	Presupuesto de la propuesta.....	70
CONCLUSIONES.....		73
RECOMENDACIONES		74
BIBLIOGRAFÍA		75
ANEXOS		86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Preguntas de Investigación	7
Tabla 2. Términos de búsqueda.....	8
Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión.	8
Tabla 4. Recolección de artículos por base de datos	9
Tabla 5. Publicaciones anuales de artículos sobre Teoría de Restricciones	10
Tabla 6. Autores más citados de artículos de “Teoría de Restricciones”	11
Tabla 7. Distribución de la población.....	26
Tabla 8. Distribución de la muestra.....	27
Tabla 9. Operacionalización de la variable independiente	32
Tabla 10. Operacionalización de la variable dependiente	33
Tabla 11. Etapas de recolección y procesamiento de datos.....	34
Tabla 12. Plan de análisis e interpretación de los resultados.....	35
Tabla 13. Resultados de la evaluación del instrumento por expertos.....	38
Tabla 14. Resultado de Coeficiente V de Aiken.....	38
Tabla 15. Niveles de confiabilidad del Alfa de Cronbach.....	39
Tabla 16. Confiabilidad del Alfa de Cronbach.....	40
Tabla 17. Especies que procesa la empresa	43
Tabla 18. Participantes en la encuesta por proceso	45
Tabla 19. Matriz de resultados obtenidos del cuestionario.....	46
Tabla 20. Interpretación del coeficiente de Pearson	51
Tabla 21. Resultados de coeficiente de correlación de Pearson	52
Tabla 22. Ficha de observación	53
Tabla 23. Análisis comparativo del resumen del DAP.....	64
Tabla 24. Análisis comparativo de la distribución de operarios actual vs propuesta	67
Tabla 25. Análisis comparativo del tiempo de producción actual vs tiempo propuesto	68
Tabla 26. Presupuesto del proyecto	70
Tabla 27. Cálculo de flujo de fondo	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas para el Análisis Bibliométrico	6
Figura 2. Producción científica por países	12
Figura 3. Nube de palabras (Wordcloud)	13
Figura 4. Concurrencia de palabras claves	14
Figura 5. Investigaciones sobre el tema de estudio durante los últimos años	15
Figura 6. Herramientas complementarias a la aplicación de la TOC	16
Figura 7. Diseño del procedimiento metodológico	24
Figura 8. Proceso de recolección de datos.....	28
Figura 9. Logo de la empresa Koledsa S.A.....	41
Figura 10. Organigrama de la empresa Koledsa S.A.	42
Figura 11. Ubicación geográfica Koledsa S.A.	43
Figura 12. Diagrama de Operaciones del proceso - Actual.....	54
Figura 13. Diagrama de Análisis del Proceso – Actual.....	57
Figura 14. Diagrama de Ishikawa (6M) – Nivel 1.....	58
Figura 15. Diagrama de Ishikawa (6M) – Nivel 2.....	59
Figura 16. Diagrama de Operaciones de Procesos – Propuesto	62
Figura 17. Diagrama de Análisis del Proceso – Propuesto	63
Figura 18. Modelado Situación actual.....	66
Figura 19. Modelado Situación propuesta.....	66
Figura 20. Tiempo ahorrado en los procesos.....	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Instrumento para la recolección de datos.....	86
Anexo B. Matriz referencial de información.....	87
Anexo C. Validación de Instrumentos por Experto 1	94
Anexo D. Validación de Instrumentos por Experto 2	95
Anexo E. Validación de Instrumentos por Experto 3	96
Anexo F. Validación de Instrumentos por Experto 4.....	97
Anexo G. Resultados de puntuación por experto N° 1	98
Anexo H. Resultados de puntuación por experto N° 2	99
Anexo I. Resultados de puntuación por experto N° 3.....	100
Anexo J. Resultados de puntuación por experto N° 4	101
Anexo K. Resultados de la ficha de validación por juicio de experto – V de Aiken...	102
Anexo L. Carta de aceptación para la recolección de datos.....	103
Anexo M. Tabulación de datos en el Software SPSS – 27	104
Anexo N. Obtención de Alfa de Cronbach en el Software SPSS.....	105
Anexo O. Correlación mediante Coeficiente de Pearson.....	105
Anexo P. Gráficas de los resultados del cuestionario	106
Anexo Q. Modelado en el Software FlexSim	109
Anexo R. Carta de aceptación de Koledsa S.A.	110
Anexo S. RUC Koledsa S.A.....	111

“OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR”

Autor: Villon Chancay Xavier Alejandro

Tutor: Ing. Jaque Puca Darwin Gustavo MSc.

RESUMEN

En un mercado cambiante y competitivo, integrar técnicas y metodologías que agreguen valor a producto final se ha convertido en una necesidad para las empresas manufactureras. El objetivo de este proyecto fue optimizar la línea de producción aplicando la Teoría de Restricciones en la empresa Koledsa S.A., cantón La Libertad, Ecuador. Para ello, se realizó una revisión de la literatura a través de un análisis bibliométrico, lo que permitió conocer la relevancia del tema e identificar las herramientas complementarias para la aplicación de esta teoría. La investigación tuvo un diseño no experimental, de tipo transversal y de carácter descriptivo-correlacional. La recolección de datos se llevó a cabo mediante encuestas y observación directa, lo que permitió realizar el levantamiento de procesos y determinar la situación actual de la línea de producción, para proponer soluciones a las oportunidades de mejoras en la producción. Mediante la aplicación de los cinco pasos de enfoque de la Teoría de Restricciones se logró identificar y gestionar las limitaciones de la línea de producción, esto permitió optimizar la producción y aumentar la productividad. Se obtuvo resultados como reducción en un 7.41% del tiempo de producción, pasando de 540 a 500 segundos por unidad, y un incremento de la productividad en un 14%.

Palabras claves: *Teoría de Restricciones, cuello de botella, optimización, línea de producción*

“PRODUCTION LINE OPTIMIZATION APPLYING THE THEORY OF CONSTRAINTS IN THE COMPANY KOLEDSA S.A., CANTON LA LIBERTAD, ECUADOR”

Author: Villon Chancay Xavier Alejandro

Tutor: Ing. Jaque Puca Darwin Gustavo MSc.

ABSTRACT

In a changing and competitive market, integrating techniques and methodologies that add value to the final product has become a necessity for manufacturing companies. The objective of this project was to optimize the production line by applying the Theory of Constraints in the company Koledsa S.A., canton La Libertad, Ecuador. For this purpose, a literature review was carried out through a bibliometric analysis, which allowed to know the relevance of the topic and to identify complementary tools for the application of this theory. The research had a non-experimental, cross-sectional, descriptive-correlational design. Data collection was carried out by means of surveys and direct observation, which made it possible to survey the processes and determine the current situation of the production line, in order to propose solutions to the opportunities for improvement in production. Based on the application of the five steps of the Theory of Constraints, bottlenecks were identified and managed, achieving an increase in productivity and greater efficiency in the process. As a result, production time was reduced by 7.41%, from 540 to 500 seconds per unit, and line productivity increased by 14%.

Key words: Theory of Constraints, bottleneck, optimization, production line.

INTRODUCCIÓN

A raíz de la globalización, el mercado se ha vuelto cada vez más competitivo y altamente fluctuante lo que obliga a las empresas implementar herramientas de optimización para aumentar la eficiencia y eficacia operativa, garantizando así su supervivencia (Lara & Jurado, 2023). En ese sentido, es fundamental optimizar la línea de producción, dado que le permite a la empresa reducir costos, aumentar la productividad y mejorar de la eficiencia operativa (Angulo & García, 2023).

En España, una investigación denominada “La teoría de restricciones y la optimización como herramientas gerenciales para la programación de la producción, una aplicación en la industria de muebles”, identificó como restricción (cuello de botella) del proceso productivo la etapa de mecanizado con una utilización del 193.71%, la cual se comprobó mejoras con la aplicación de la metodología de la TOC, reflejado en el aumento de las utilidades un 87.62 % (Romero et al., 2019). La implementación de la metodología TOC brinda mejoras a nivel productivo y rentabilidad.

En México, un estudio denominado “Teoría de restricciones en el mejoramiento de procesos productivos”, aplicó los cinco pasos de la TOC en una pyme lo cual permitió mejorar significativamente la línea de producción, alcanzando resultados como, incremento del 41,98 % en las utilidades y una mejora del 13,5 % en la eficiencia operativa, lo cual fortaleció la rentabilidad y competitividad de la empresa (Villegas et al., 2023). La importancia de la aplicación de la TOC no solo radica en el aumento en utilidad y eficiencia, sino que demuestran que las pymes pueden lograr transformaciones profundas sin grandes inversiones, solo con un rediseño inteligente de sus procesos, esta metodología debería ser más difundida a muchas empresas, que enfrentan restricciones de recursos, pero tienen alto potencial de mejora.

Por otra parte, en Ecuador, un estudio sobre la aplicación de la teoría de restricciones en una línea de producción alcanzó resultados mediante una propuesta basada en un plan preventivo, el cual garantizó una reducción de costos e incremento del 10% de la productividad. Además, mencionan que en toda línea de producción existen cuellos de botellas, que se conocen como recursos restrictivos, los cuales limitan la producción, aumentan los costos y disminuyen la productividad (Camacho et al., 2023). Esto garantiza la generación de ganancias tanto en el presente como en el futuro, cumpliendo con uno de los objetivos de cualquier empresa con fines de lucro.

En el contexto del código CIU: G463033 (venta al por mayor de pescado, crustáceos, moluscos y productos de la pesca), la CFN (2023), menciona que, según el Ranking de Compañías 2022, hubo 223 empresas a nivel nacional que se dedicaron a esta actividad. El porcentaje de participación por provincia fue Guayas 48%, Manabí 29%, Santa Elena 8%, Pichincha 6%, El Oro 5% y Otras provincias 4%. En ese año, esta actividad presentó un aumento interanual de 31% por exportaciones y ventas, sin embargo, Santa Elena solo obtuvo 8% de participación siendo una provincia predominante en el sector pesquero, debido al poco interés de implementación de prácticas de mejora continua que les permita optimizar procesos, aumentar rentabilidad y maximizar la capacidad productiva.

A fin de mantener y fortalecer el porcentaje de participación de la provincia en el mercado de venta al por mayor de pescado, esta investigación se enfocará en Koledsa S.A., una empresa procesadora y empacadora de pescado, ubicada en el sector zona industrial de Libertad, con el objetivo de analizar la línea de producción para identificar, optimizar y abordar las diferentes oportunidades de mejora que la empresa presente, y al mismo tiempo, eliminar procesos y/o actividades que no generen valor

El problema general se formuló con la siguiente interrogante: ¿La aplicación de la Teoría de Restricciones permitirá optimizar la línea de producción en la empresa Koledsa S.A., ubicada en la provincia de Santa Elena, Ecuador?

La **justificación teórica** de este proyecto de investigación se basa en la aplicación de esta teoría en Koledsa S.A., el cual se fundamenta ante la necesidad de identificar y gestionar adecuadamente los cuellos de botellas que limitan el rendimiento de la línea de producción. Como lo señalan Zambrano et al. (2021), gestionar correctamente estas restricciones permite elevar la eficiencia del sistema y satisfacer la demanda del mercado.

Segundo, tiene **justificación práctica** porque se enfoca en solucionar la necesidad de optimizar la línea de producción de la empresa Koledsa S.A., dedicada a la comercialización de pescado congelado. Al implementar mejoras específicas sin grandes inversiones, Koledsa S.A. podrá consolidar su competitividad en un mercado cada vez más exigente y dinámico.

Tercero, tiene **justificación metodológica** porque presenta un enfoque estructurado y sistemático. Mediante un diseño aplicado y cuantitativo, se podrá diagnosticar la línea de producción e intervenir eficientemente en el recurso restrictivo. Cuarto, la **justificación social** se centra en el impacto de las mejoras de los procesos en Koledsa S.A., el cual permitirá a la

empresa fortalecer su posición en el mercado, generar nuevas plazas de trabajo y aumentar la estabilidad laboral.

Objetivos.

Objetivo General

Optimizar la línea de producción mediante la aplicación de la Teoría de Restricciones en la empresa Koledsa S.A., cantón La Libertad, Provincia de Santa Elena, Ecuador.

Objetivos Específicos

OE1: Realizar una revisión sistemática de la literatura mediante un análisis bibliométrico que respalde la relación entre las variables de estudio, teoría de restricciones y optimización de línea de producción.

OE2: Determinar un marco metodológico con base en estudios acerca de la aplicación de Teoría de Restricciones.

OE3: Aplicar los cinco pasos de enfoque de la Teoría de Restricciones para la gestión de limitaciones y optimización de la línea de producción de Koledsa S.A.

Hipótesis

La hipótesis en forma afirmativa y nula se describe a continuación

H₁: La aplicación de los cinco pasos de la teoría de restricciones optimiza los procesos productivos en Koledsa S.A., mejorando la productividad y la capacidad de producción.

H₀: La aplicación de los cinco pasos de la Teoría de Restricciones no genera cambios en la línea de producción, no mejora la productividad ni aumenta la capacidad de producción en la empresa Koledsa S.A.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos.

En toda línea de producción existen cuellos de botellas, que se conocen como recursos restrictivos, los cuales limitan la producción, aumentan los costos y disminuyen la productividad. Por lo tanto, es necesario identificar estas restricciones para mejorar continuamente el proceso, lo que permite obtener beneficios como mejora en el tiempo de entrega, reducción de inventarios, maximización en el nivel de ventas, optimización en el uso de recursos y una mayor rentabilidad. Esto genera ingresos tanto en el presente como en el futuro, cumpliendo con uno de los objetivos de cualquier empresa con fines de lucro (Camacho et al., 2023)

Kefe & Taniş (2023), en su estudio realizado en una empresa manufacturera basado en la implementación de los cinco pasos de la TOC, concluyeron que la aplicación de esta metodología permite optimizar las restricciones que limitan a la rentabilidad y rendimiento. Mediante el uso conjunto con la programación lineal (PL) se identificaron y gestionaron dos cuellos de botella, esto permitió optimizar la utilización de recursos y alcanzar una capacidad de producción de 104520 minutos, superando la capacidad anual de 102618 minutos. La aplicación de esta metodología representa una oportunidad para que las empresas puedan mejorar los flujos de procesos de producción mediante el análisis de capacidad de producción e identificación de cuellos de botellas.

A nivel de Latino América, un estudio titulado “Teoría de Restricciones y su impacto en la gestión de operaciones del sector industrial en Perú”, se centró en la optimización de cada eslabón de la línea de producción, permitió evidenciar su impacto significativo reflejado en la redistribución eficiente de la producción. El estudio mostró una reducción del tiempo de ciclo, una maximización de la producción en 18.75%, y una disminución de los cuellos de botellas del 193.7% a 71.2%. Además, se logró aumentar significativamente las utilidades en un 87.6%. Finalmente, menciona que la aplicación de la TOC permite a las empresas identificar las limitaciones presentes en la línea de producción y gestionarlas mediante toma de decisiones estratégicas, obteniendo consigo mayores ganancias (Francisco et al., 2022). La implementación de la metodología TOC en industrias manufactureras reducen los tiempos de

ciclo, cuellos de botella, aumenta las utilidades, demostrando la eficacia de la Teoría de Restricciones como estrategia en la toma de decisiones.

En un estudio de caso realizado en una industria de producción de maquinaria para construcción ubicada en Riobamba, se aplicó la Teoría de Restricciones con un enfoque en los procesos de fabricación de elevadores y concretas, con el fin de reducir costos y mejorar la capacidad de producción. Se identificó y eliminó la restricción, lo que permitió mejorar en un 125% la capacidad de producción de elevadores, y reducir los costos de producción de elevadores y concretas en un 9.38% y 5.46%, respectivamente. Este estudio es significativo, ya que concluye que la aplicación de la TOC proporciona a la empresa la capacidad de identificar debidamente los procesos restrictivos de una línea de producción, siendo una herramienta que representa una oportunidad para que las empresas logren determinar la óptima combinación de recursos y aumentar la capacidad de producción (Guananga et al., 2020).

En conjunto, estos los antecedentes evidencian que la TOC aplicada de manera sistemática en distintos sectores, permite mejorar significativamente los indicadores de producción y rentabilidad, demostrando su aplicabilidad en diversos contextos industriales. Esta revisión respalda la variabilidad de su aplicación en contexto ecuatoriano, particularmente en la empresa Koledsa S.A.

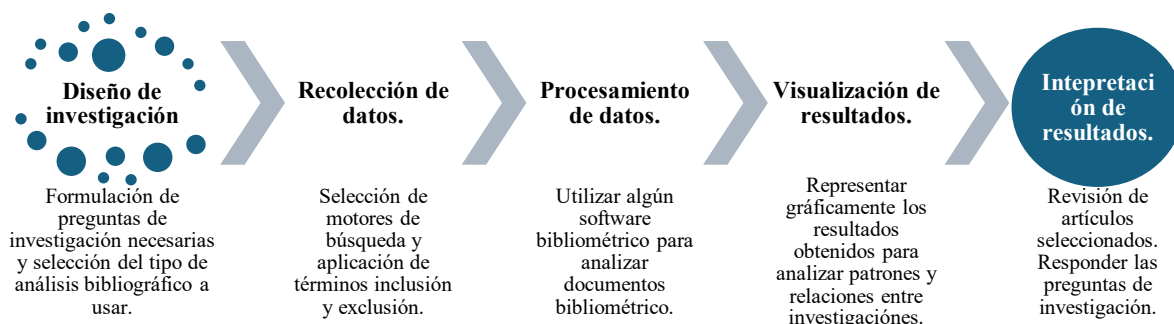
1.2 Estado del arte.

Esta investigación presenta un estado del arte con un enfoque en “recuperar para trascender”, que consiste en la comprensión del desarrollo del conocimiento a través del análisis crítico y sistemática de la literatura científica existente (Vargas et al., 2015). Está estructurada con una revisión sistemática de la literatura y un enfoque bibliométrico, siguiendo la metodología de (Levovnik et al., 2025). Dicho autor establece un procedimiento de cinco etapas que consisten en: diseño de investigación, recolección de datos, procesamiento de datos, visualización de resultados e interpretación.

La revisión sistemática de literatura permite comprender numerosos artículos científicos, dado que, reúne, sintetiza y evalúa los artículos que se incluyen en la investigación. Esto brinda una visión general del alcance y la veracidad de la información relacionada a la pregunta de investigación. Estas revisiones sistemáticas son de carácter exhaustivo, metódico, transparentes y replicables, dado que su búsqueda sistemática permite encontrar artículos relevantes que analicen las preguntas de investigación (Siddaway et al., 2019).

AlMallahi et al. (2024) señala que, el análisis bibliométrico es una técnica empleada para analizar la visión académica global de la literatura existente de un tema específico. Para el procesamiento y visualización de investigaciones recopiladas se usan herramientas como VOSviewer y Bibliometrix. El enfoque del análisis bibliométrico facilita el análisis sistemático y el mapeo de la información recopilada y del desarrollo progresivo relacionados a las variables de investigación. Del mismo modo, se centra en la identificación y evaluación de los enfoques de investigación y el desarrollo del conocimiento, facilitando la comprensión de la estructura del conocimiento.

Figura 1.
Etapas para el Análisis Bibliométrico



Nota: Elaborado por el autor, basado en (Levovnik et al., 2025)

En la figura 1, se describen las cinco etapas a implementar para el análisis bibliométrico de esta investigación. Esta metodología permite agrupar los documentos bibliográficos y analizar tendencias de producción científica.

Para realizar la revisión de la literatura, se realizaron varias búsquedas relacionadas a las variables de este proyecto de investigación, en este caso, la teoría de restricciones y optimización de línea de producción. Las consultas se realizaron en motores de búsqueda como Scopus, ScinceDirect, Dimensions, Web of Scince.

A. Etapa 1: Diseño de Investigación.

En este apartado, se deberá plantear las preguntas de investigación que resultarán útiles como guía para el análisis sistemático y exhaustivo, para recolectar fuentes bibliográficas relevantes dentro de la literatura científica comprendida en los últimos cinco años. Además, se

deberá elegir el método bibliográfico a utilizar, el cuál engloba los siguientes tipos de análisis: co – citación, co – palabras y acoplamiento bibliométrico.

Para este proyecto de investigación se utilizará el análisis de co – palabras o también denominado coocurrencia de palabras, enfocándose en las palabras claves de los artículos permitiendo identificar la conexión que pueden tener entre documentos, la palabra más utilizada y la evolución en cuanto a la coocurrencia de una palabra clave.

Tabla 1.

Preguntas de Investigación

<i>Preguntas de Investigación (PI)</i>	
PI - 1	¿Cuáles son los años con mayores investigaciones sobre el tema de estudio? <i>Recolectar investigaciones científicas publicadas entre 2020 - 2024</i>
PI - 2	¿Cuáles son los artículos mayormente citados? <i>Identificar los artículos más relevantes, los cuales servirán como guía para la aplicación de la metodología TOC.</i>
PI - 3	¿Cuáles han sido los efectos de aplicar TOC en una línea de producción? <i>Determinar la viabilidad de aplicar la metodología TOC en nuestro estudio.</i>
PI - 4	¿Qué resultados se han logrado en las investigaciones? <i>Identificar los resultados alcanzados por los artículos de investigación</i>

Nota: Elaborado por autor.

En la tabla 1, se visualiza las preguntas de investigación relacionadas al tema de estudio, estas preguntas determinan el punto de partida del análisis bibliométrico a desarrollar.

B. Etapa 2: Recolección de datos.

Para la recolección de datos se utilizará bases de datos que brinden artículos con una visión específica con un alto grado de relevancia al ser reconocidas internacionalmente, por ello, las bases de datos a usar serán Scopus, Scince Direct, Dimension y Web of Science.

Tabla 2.*Términos de búsqueda*

Términos de búsqueda en inglés/español	
<i>Variable independiente.</i>	
“Theory of constraints” “TOC” “bottleneck”	“Teoría de restricciones” “TOC” “Cuello de botella”
<i>Variable dependiente</i>	
“Production line optimization” “Production optimization”	“Optimización de línea de producción” “Optimización de producción”

Nota: Elaborado por autor.

En la tabla 2, se visualiza los términos que tendrá la cadena de búsqueda para las respectivas investigaciones en las bases de datos, recordando que el tema es optimización de línea de producción aplicando la teoría de restricciones.

Tabla 3.*Criterios de inclusión y exclusión.*

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Año de publicación: 2020 – 2024	Artículos publicados antes del rango establecido
Tipos de documentos: Artículos científicos	Investigaciones inaccesibles
Área temática: Ingeniería	Títulos de fuentes no relacionadas a la línea de investigación del proyecto.
Idioma: inglés y español	Palabras claves no alineadas al tema.

Nota: Elaborado por autor.

En la tabla 3, se observa los criterios de inclusión y exclusión que fueron utilizados con el fin de filtrar las investigaciones más relevantes y que estén relacionadas a las variables de estudio, de tal manera que aporten al desarrollo de esta investigación.

La selección de los artículos correspondientes a los años 2020 y 2024 se realizó considerando aquellos artículos que contengan los términos de búsquedas presentes en el título, resumen o palabras claves.

La recolección de datos con los términos de búsqueda mencionados anteriormente y con los criterios de inclusión, dio como resultado un total de 1851 artículos de investigación, de los cuales 314 pertenecen a la base de datos Scopus, 504 a Science Direct, 618 a Dimension y 415 a la base de datos Web of Science.

Tabla 4.

Recolección de artículos por base de datos

Base de datos	Artículos		Total	Porcentaje
	Con criterio de inclusión	Con criterios de exclusión		
Scopus	314	269	45	17.71 %
Science Direct	504	458	46	18.11%
Dimensions	618	513	105	41.33%
Web of Science	415	357	58	22.83%
TOTAL	1851	1597	254	100%

Nota: Elaborado por el autor.

En la tabla 4, se observa la cantidad inicial de artículos aplicando los criterios de inclusión obteniendo un total de 1851, valor el cual se redujo a 254 luego de aplicar los criterios de exclusión que consistían en artículos que no tengan acceso disponible, que no estén entre el rango de año establecido y que no están relacionados a la línea de investigación del proyecto.

De los 254 artículos seleccionados el 41.33% equivalente a 105 artículos pertenecen a la base de datos Dimensions, esto significa que esta base de datos contiene mayor literatura científica relacionada a las variables de estudios, seguido por la base de datos WoS con 58 artículos representado por el 22,83%, y finalmente, Scopus y Science Direct con un 17.71% y 18,11% respectivamente.

C. Etapa 3: Procesamiento de datos.

El procesamiento de datos estará segmentado en el procesamiento mediante software y el análisis de los datos. Para el primero, es necesario colocar los criterios de inclusión y exclusión en cada base de datos utilizada, posteriormente se procede a descargar el archivo con

los artículos seleccionados. El formato de los archivos deberá ser compatible con los softwares a usar, en este caso se empleará el software VOSviewer y Rstudio.

Parte del análisis consistirá en identificar la cantidad de artículos científicos publicados en cada año del rango escogido, para este caso del 2020 a 2024, permitiendo tener una visión más amplia de cómo se ha ido desarrollando nuestras variables de estudios en los últimos cinco años.

Tabla 5.

Publicaciones anuales de artículos sobre Teoría de Restricciones

AÑO	Scopus	Science Direct	Dimensions	WoS
2020	10	9	17	10
2021	9	7	21	16
2022	7	4	20	10
2023	11	13	25	9
2024	8	13	22	13
TOTAL	45	46	105	58

Nota: Elaborado por autor.

En la tabla 5, se observa el número de artículos publicados anualmente en las distintas bases de datos académicos utilizados en esta investigación, el cual, permite determinar que la base de datos Dimensions ha mantenido la tendencia medianamente estable de producción de artículos científicos relacionados a la teoría de restricciones, dado que se ha mantenido el número artículos publicados anualmente.

En la base de datos WoS, existe una tendencia regular con respecto al número de investigaciones publicadas, con la excepción del año 2023, que se publicó una cantidad inferior al promedio. Mientras que, Science Direct registra un incremento del 44.4% en el número de publicaciones comprendido en el periodo 2020 – 2024, pasando de 9 artículos en 2020 a 13 en 2024.

Tabla 6.*Autores más citados de artículos de “Teoría de Restricciones”*

	Autor	Nº citas	Autor	Nº citas	Autor	Nº citas	Autor	Nº citas
	Kiritsis D, 2022	180	Herrmann C, 2021	84	Florensa I, 2020	10	Kiritsis D, 2022	162
	Mendonça JP, 2022	180	Franke J, 2021	65	Gironi J, 2022	8	Mendonca J, 2022	155
	Psarommatis F, 2022	180	VDinther C, 2024	57	Honório G, 2022	8	Psarommatis F, 2022	155
	Sousa J, 2022	180	Kiefer D, 2024	57	Santos S, 2022	8	Sousa J, 2022	155
SCOPUS	Thürer M, 2021	67	Grimm F, 2024	57	Tomasi A, 2022	8	Burke H, 2022	72
	Baveja A, 2020	67	Bitsch G, 2024	57	García F, 2020	8	Wang J, 2022	72
	Kapoor A, 2020	67	Höllig J, 2024	57	Sala G, 2020	8	Zhang A, 2022	72
	Melamed B, 2020	67	Straub T, 2024	57	Boerrigter J, 2023	7	Ali Z, 2022	65
	Stevenson M, 2021	63	Hofer A, 2023	56	Leiva F, 2023	7	Ihsan A, 2022	65
	De Jonge B, 2021	59	Nießing B, 2023	56	Verberk W, 2023	7	Javed M, 2022	65

Nota: Elaborado por autor.

En la tabla 6, se visualiza los autores más citados por cada base de datos, esto permitirá conocer la relevancia de la información presente en los artículos. Del mismo modo, comprender el impacto que ha tenido dentro del área de investigación, el autor y sus artículos.

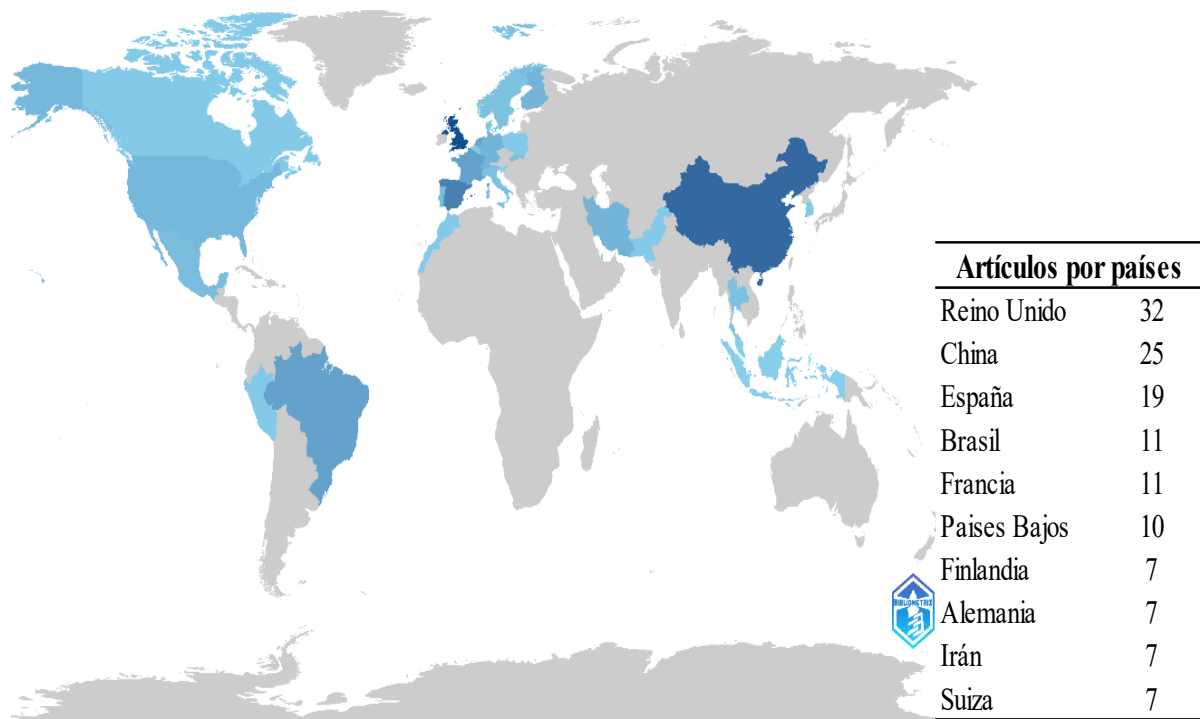
D. Etapa 4: Visualización de Resultados.

La visualización de resultados será mediante gráficas sobre producción científica por país, permitiendo tener una visión más específica de la producción de documentos científicos a nivel global y cuál es la nación que mayor aporta a la evolución del tema.

Del mismo modo están las gráficas de nube y concurrencia de palabras, los cuales son claves para para identificar las investigaciones científicas importantes mediante la evaluación de las conexiones y contribuciones que se han dado entre fuentes bibliográficas.

En este contexto, se presenta una gráfica obtenida de Bibliometrix que detalla la producción de documentos científicos por países.

Figura 2.
Producción científica por países



Nota: Elaborado por autor Obtenido de: Bibliometrix

En la figura 2, se detalla el número de publicaciones realizadas por países durante los últimos cinco años, se puede identificar que la mayor contribución al desarrollo de documentos científicos relacionados a la teoría de restricciones y optimización de línea de producción se encuentra en países como Reino Unido, China, España, Brasil, Francia y Países Bajos representando un 55% del total de artículos. Sin embargo, es importante destacar la

participación de dos países latinoamericanos en la lista de producción científica, siendo Brasil y Perú con 11 y 2 artículos respectivamente, ambos representando el 6.5%.

Por otro lado, la figura 3 – nube de palabras generada a través de Bibliometrix, muestra los términos más recurrentes en los artículos de la base de datos. Este análisis, mediante la identificación de palabras claves más frecuentes permite comprender los ejes temáticos predominantes y los enfoques comunes de las investigaciones

Figura 3.
Nube de palabras (Wordcloud)



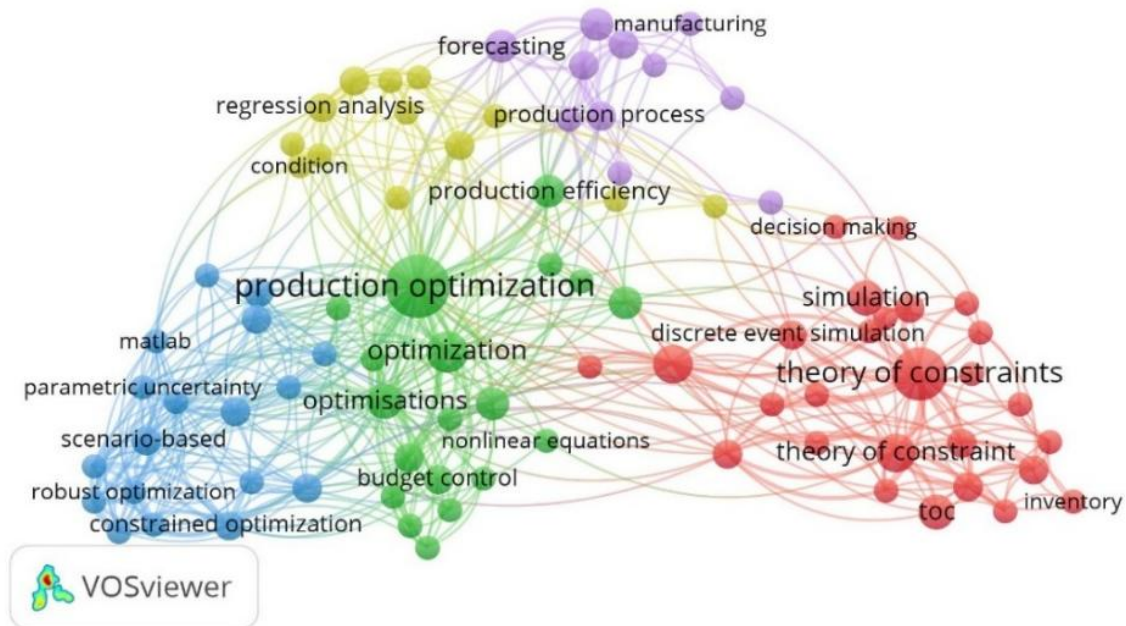
Nota: Elaborado por autor Obtenido de: Bibliometrix

Como resultado del análisis de la nube de palabras, se identificó que ‘optimización de producción’ es el término más frecuente, el cual está rodeada de términos como ‘control de producción’, ‘teoría de restricciones’, ‘gestión de operaciones’ y ‘rendimiento’.

Esta nube de palabras más frecuentes permite inferir que la teoría de restricciones está directamente relacionada con modelos de optimización y técnicas de gestión y control de producción, enfocados en la identificación y gestión de restricciones para mejorar continuamente la línea de producción.

Adicionalmente, se presenta la figura 4 obtenida del software VOSviewer, el cual muestra la concurrencia de palabras claves de los artículos seleccionados, el mapa de concurrencia de términos brinda una mejor comprensión de los temas analizados, dado que esta figura también muestra los vínculos conceptuales.

Figura 4.
Concurrencia de palabras claves



Nota: Elaborado por autor Obtenida de: VOSviewer

En la figura 4, obtenida del software VOSviewer, muestra la concurrencia de palabras claves, el cual, permite identificar los enfoques de investigación que tienen los artículos científicos seleccionados de las bases de datos.

En este contexto, el enfoque más prevalente es la teoría de restricciones siendo el clúster principal y representado por el color rojo. El segundo clúster se centra en ‘optimización de producción’ el cual se relaciona con la TOC mediante los términos puentes como ‘sistema de producción’, ‘control de producción’ y ‘lean manufacturing’.

E. Etapa 5: Interpretación de Resultados.

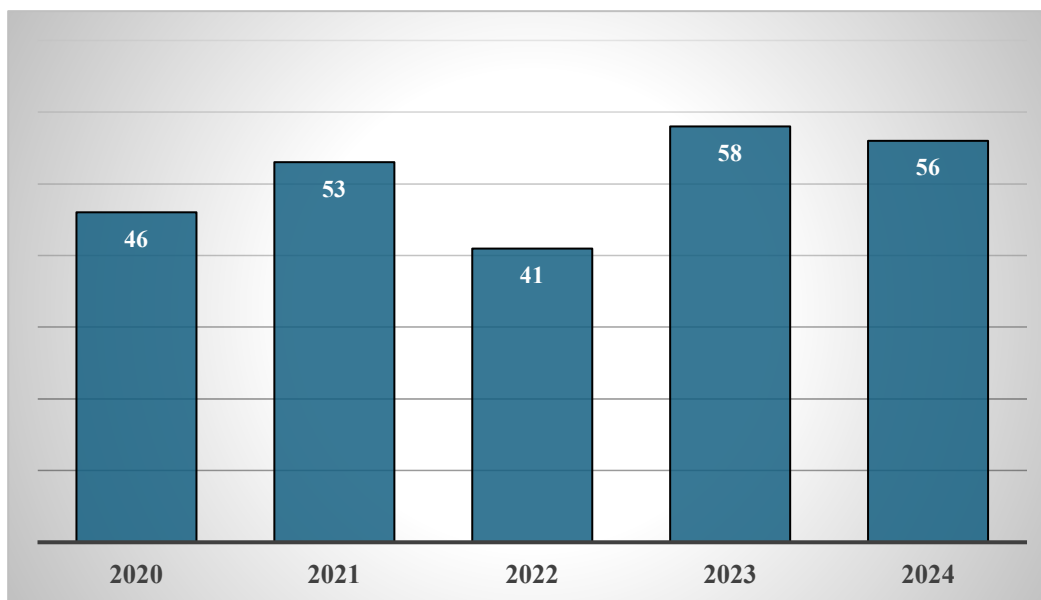
El objetivo de esta etapa consiste en responder las preguntas de investigación planteadas en la primera etapa, basándose en la información recolectada en etapas anteriores.

PI -1: ¿Cuáles son los años con mayores investigaciones sobre el tema de estudio?

Los años con mayores investigaciones sobre el tema de estudio, se identifican:

Figura 5.

Investigaciones sobre el tema de estudio durante los últimos años



Nota: Elaborado por autor.

En la figura 5, se refleja una producción anual de artículos con una tendencia irregular durante los últimos cinco años, pero con una notable estabilidad en los dos últimos con un total de 58 y 56 artículos publicados respectivamente.

Estos años, en los que se publicaron un gran número de investigaciones sobre la teoría de restricciones indican un mayor interés de la comunidad científica por implementar metodologías de mejora continua como la teoría de restricciones para optimizar de líneas de producción.

PI – 2: ¿Cuáles son los artículos mayormente citados?

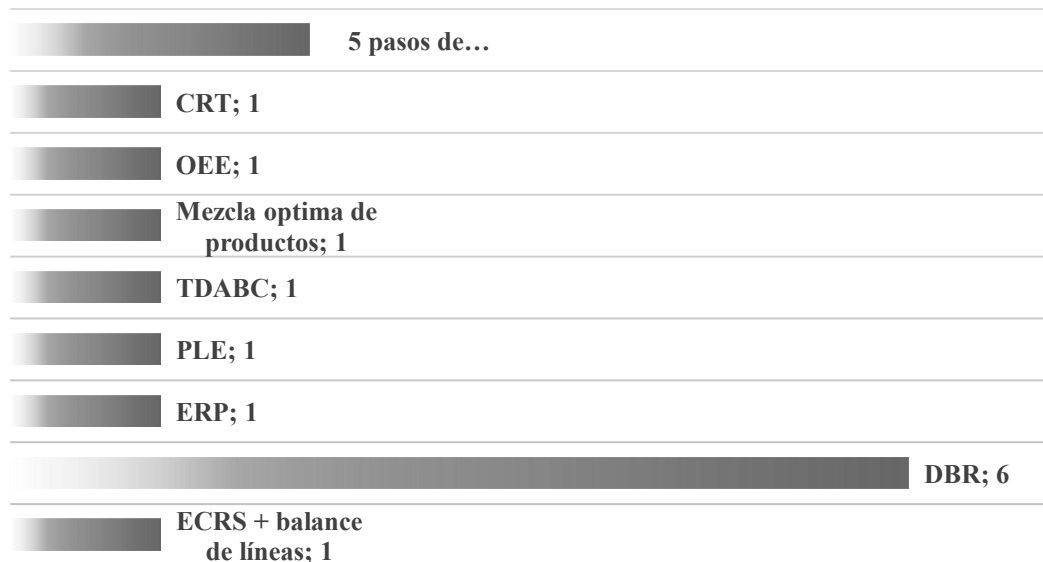
A través de esta pregunta se pretende obtener la matriz referencial de información, seleccionando aquellos artículos más citados y que estén relacionados a la línea de investigación de este proyecto. Aquellos documentos seleccionados posteriormente deberán ser revisados para analizar los objetivos y resultados alcanzados, ver matriz referencial de las 30 investigaciones en el **Anexo B**.

Mediante la columna de enfoque y diseño de la matriz anteriormente menciona, se observa que el enfoque mayor utilizado es el cuantitativo presente en 15 artículos, seguido por el enfoque cualitativo usado en 9 investigaciones, mixto y exploratorio y descriptivo usado en 5 y 1 artículos respectivamente. En este contexto, se infiere que la aplicación de la teoría de restricciones se enfoca en soluciones medibles y escalables, es decir, permite cuantificar los

resultados a través de un porcentaje de mejora y aplicar dichas soluciones en organizaciones que presenten similares restricciones en la línea de producción. A partir de los 15 artículos que presentan un enfoque cuantitativo, se identificaron herramientas complementarias a la TOC empleadas para cumplir con objetivos de optimización de líneas de producción.

Figura 6.

Herramientas complementarias a la aplicación de la TOC



Nota: Elaborado por autor.

En la figura 6, se observa un total de 9 herramientas complementarias a la aplicación de la Teoría de Restricciones, que fueron implementadas en las investigaciones de las cuales, 3 forman parte de la TOC y las otras 6 pertenecen a otras metodologías.

De esa categoría, la herramienta Drum – Buffer – Rope (DBR) presenta mayor frecuencia, siendo implementada en seis artículos (Art. 2, Art. 4, Art. 7, Art. 10, Art. 14, Art. 27), seguida por la herramienta de los 5 pasos de enfoque de la TOC (Art. 26 y Art. 28) y el CRT (árbol de realidad actual) implementado en Art. 21.

PI – 3: ¿Cuáles han sido los efectos de aplicar TOC en una línea de producción?

Esta pregunta de investigación busca evaluar la viabilidad de la aplicación de la metodología TOC.

Del mismo modo, en la matriz referencial de información (ver **Anexo B**), se encuentra la descripción de los objetivos y resultados de los 30 artículos seleccionados, el cual, permite

responder también a la cuarta pregunta de investigación sobre los resultados alcanzados en cada investigación.

Según la columna de objetivos descritos en la matriz referencial de artículos, las investigaciones que aplicaron la teoría de restricciones presentan propósitos comunes como optimizar la producción, analizar e identificar restricciones, desarrollar estrategias y mejorar la productividad. El desarrollo de estos objetivos permitió identificar y gestionar eficazmente los cuellos de botellas, alcanzando resultados como: reducción del tiempo de ciclo y costos de producción, mejora de los procesos, aumento de eficiencia operativa, rentabilidad y utilidad bruta, y finalmente, incremento de la capacidad de producción.

La aplicabilidad de esta metodología es extensa, dado que, Neisyafitri et al. (2023) implementaron la TOC en la industria alimentaria para mejorar la productividad (Art 9), mientras que Tsai et al. (2024) la aplicaron en la industria textil (Art 11). Sin embargo, Gulsen & Saime (2022), determinan que la efectividad de la aplicación de la TOC dependerá de factores como, la naturaleza de las restricciones las cuales pueden ser físicas o políticas y la cantidad de cuellos de botellas en la línea de producción (Art 24).

Por último, las investigaciones enfocadas en la aplicación de la TOC recalcan que esta metodología, además de identificar y gestionar restricciones, permite optimizar recursos y tomar decisiones eficientes con ayuda de herramientas como DSS en conjunto con AHP. Así lo demuestran Elmas et al. (2023) en su estudio, donde desarrollaron un sistema sinérgico para la selección de mezcla de producto con un enfoque técnico/estratégico.

1.3 Fundamentos Teóricos

1.3.1 Variable independiente

VI: Teoría de Restricciones

La Teoría de Restricciones es una metodología de gestión operativa enfocada en la optimización de una línea de producción mediante la identificación y gestión de las restricciones. Dentro del concepto de la TOC, todo sistema productivo presenta al menos un cuello de botella que restringe el desempeño productivo global, por lo que es necesario identificarlos y optimizarlos mejorando el desempeño y eficiencia del proceso productivo (Lizarralde et al., 2020).

La TOC plantea una metodología sistemática para optimizar y mejorar continuamente los procesos, conocida como los cinco pasos de enfoques y consiste en: I) identificar las restricciones, II) explotar la restricción, III) subordinar el sistema al recurso restrictivo, IV) elevar la restricción, V) volver al paso 1, evitando la inercia (Gulsen & Saime, 2022).

Restricciones

Las restricciones o cuellos de botella son recursos dentro del sistema que condiciona y limita a la organización a lograr sus objetivos, sin embargo, en algunos casos se consideran como oportunidades de mejora o como aspectos a mejorar. Las restricciones pueden clasificarse en físicas y políticas (Hernández et al., 2020).

Restricciones físicas

Las restricciones físicas son determinadas como componentes que forman parte del sistema productivo, los cuales presentan una capacidad inferior o un ciclo mayor a la demanda para cumplir con los objetivos estratégicos del sistema productivo. Están enfocadas hacia el aumento de la eficiencia operativa y eficacia del flujo de materiales (Pérez et al., 2023).

Restricciones políticas

Según Pérez et al. (2023), las restricciones políticas constituyen paradigmas, costumbres, conductas y normas establecidas y no establecidas, que obstruyen el crecimiento de los resultados del sistema productivo.

Pasos de enfoque de la Teoría de Restricciones

La TOC comprende 5 pasos de enfoque los cuales se describen de la siguiente manera:

1. *Identificar*: Determinar la restricción o cuello de botella del sistema, que suele tener menor capacidad y mayor tiempo de ciclo que el resto de las operaciones.
2. *Explotar*: Maximizar la utilización del cuello de botella, para aprovechar el recurso en su máxima capacidad y evitar tiempos ociosos.
3. *Subordinar*: El recurso restrictivo determina el ritmo de la producción, de manera que todos los procesos no restrictivos se programen para servir al cuello de botella.
4. *Elevar*: Aumentar la capacidad de la restricción, lo que implica realizar análisis para definir la adquisición de máquinas, subcontratación, redistribución de línea de producción.

5. *Volver al primer paso*: Una vez mejorado la utilización y capacidad de la restricción, repetir el ciclo para identificar una nueva restricción, permitiendo una mejora continua (Salinas & Romero, 2024).

Mejora continua

La mejora continua se comprende como una filosofía de negocio de origen japonés que, con el objetivo de fortalecer la ventaja competitiva con un enfoque en la calidad total establece disciplina e implementación de cambios a cada proceso del sistema. Además, permite mejorar niveles de productividad y calidad del producto, disminuir fallas y promover una cultura de aprendizaje en la organización (Barreras, 2022).

Método DBR

El método DBR es una herramienta de la Teoría de Restricciones enfocada en la planificación y control de la producción, se basa en la programación del proceso cuello de botella subordinando la línea de producción al desempeño de este cuello de botella (Bokor et al., 2024). Del mismo modo Tomaszewska (2023), en su investigación acerca de la efectividad de DBR y Kanban, afirma que el método DBR es más eficiente para la gestión de cuellos de botella. A continuación, se describe el significado de cada elemento del DBR:

- A. Drum (Tambor).** – Es el factor limitante (cuello de botella), dado que determina el flujo de producción a través de la subordinación de todo el sistema a la capacidad de este proceso restrictivo (FILHO et al., 2024).
- B. Buffer (Amortiguador).** – Su función se basa en proteger a los recursos (restricciones) con capacidad limitada, asegurando que estos no tengan tiempos de inactividad. Por ello, el amortiguador se enfoca en el tiempo, tiempo que se obtiene mediante cierta cantidad de inventario lista para ser procesada por el cuello de botella en cualquier momento que sea necesario (Pico & Cevallos, 2021).
- C. Rope (Cuerda).** – Se encarga de subordinar la línea de producción al ritmo de producción del cuello de botella, además, controla la asignación de recursos a cada proceso previniendo que exista acumulación de producto en proceso frente al cuello de botella (Pico & Cevallos, 2021).

Principios de la Teoría de Restricciones

Para KARAKOÇ & ŞIK (2021), la Teoría de Restricciones se basa en tres principios fundamentales que están enfocados en la supervivencia de la organización, mediante la sostenibilidad y el aumento de las ganancias. A continuación, se describen los principios de la TOC:

1. ***El objetivo principal es generar ganancias:*** Toda empresa debe tener como objetivo generar ganancias. Una organización al considerarse estructuralmente como una cadena, su rendimiento estará condicionado por el eslabón más débil, por lo tanto, para maximizar su rentabilidad deberá identificar, gestionar y optimizar la capacidad del eslabón más débil. Además, es necesario mencionar que, centrar recursos para mejorar procesos distintos al cuello de botella no mejorará el rendimiento en la línea de producción.
2. ***Cada organización tiene una restricción:*** Toda empresa siempre tendrá un cuello de botella, sea interno o externo. En empresas de producción, la restricción interna suele estar relacionada a la capacidad, el cual mediante herramientas y cálculos se logra identificar, gestionar el recurso restrictivo, mientras que, con restricciones externas la identificación y gestión se vuelven más complejas al no tener control de sucesos que no se esperan.
3. ***Planificar la línea de producción:*** Las empresas del sector manufacturero, considerando el principio anterior, que toda organización tiene al menos una restricción. En primer lugar, deben identificar el cuello de botella para posteriormente planificar su producción permitiéndoles mejorar y aumentar tanto el rendimiento como la rentabilidad. Además, en todo momento deben considerar que puede existir variabilidad en los productos y su combinación.

1.3.2 Variable dependiente

VD: Optimización de la línea de producción

Definición conceptual: Un sistema de producción está conformado por actividades que generan valor y la mejora de estos sistemas permite que operen eficazmente. La optimización es un conjunto de técnicas y metodologías que brindan el análisis de los procesos para eliminar errores y tiempos muertos (Marcial & Méndez, 2022).

Definición operacional: La optimización se implementa mediante modelos matemáticos para resolver problemas específicos, siguiendo una metodología enfocada en identificar problemas, plantear y aplicar soluciones, y controlar continuamente con KPIs, esto garantiza una mejora en la eficiencia operativa del sistema (Hidalgo et al., 2024).

Productividad

La productividad encamina a la organización a una gestión eficiente de la producción a través de un óptimo uso de recursos de la organización tales como mano de obra, capital, materiales y energía. Además, la productividad se enfoca en la relación entre las salidas (producto, bien o servicio) y entradas (recursos utilizados en el proceso) del sistema de producción, en esta ratio se consideran factores como la eficacia, eficiencia y utilización de recursos (Ramírez et al., 2022).

Tiempo de ciclo de producción

El tiempo de ciclo es el tiempo real necesario para ejecutar un proceso, actividad o tarea específica. En este, no incluye factores como fatiga, demoras o retrasos inesperados (Parra et al., 2020).

Inventario en proceso

Es un tipo de inventario que comprende los productos o componentes que se encuentran dentro del sistema de producción, los cuales aún no han completado su ciclo de fabricación. Es decir, incluye aquellas existencias situadas en los distintos procesos de la línea de producción antes de transformarse en producto final (Añapa et al., 2023).

Tasa de cumplimiento de entregas

Es el grado en que una empresa logra cumplir con los requerimientos de sus clientes mediante envío de inventario disponible, evitando pérdidas de ventas y retrasos por falta de stock. En síntesis, este indicador calcula el porcentaje de satisfacción de demanda mediante la relación entre la cantidad de pedidos entregados y la cantidad de productos demandados (Moran, 2022).

Eficiencia del uso del recurso

La eficiencia consiste en alcanzar los objetivos planteados mediante estrategias que generen mayor beneficio para la empresa, utilizando el menor costo y tiempo posible. En el contexto de producción, este término se entiende como el uso óptimo de los recursos disponibles, apoyado en la tecnología y en medios que posee la empresa (López et al., 2021).

CAPITULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque de investigación

Este estudio tendrá un enfoque de investigación mixto. Este enfoque brinda mayor alcance, mejor comprensión y corroboración de información, mediante la integración de técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa como, perspectiva cualitativa y cuantitativa, recolección de datos, análisis y métodos inferenciales (Schoonenboom & Johnson, 2017). En ese sentido, se ha seleccionado este enfoque mixto, porque integra elementos cuantitativos y cualitativos, permitiendo comprender los datos y abordar adecuadamente el problema de investigación.

La investigación cuantitativa recopila y analiza datos mediante herramientas estadísticas el cual permite obtener resultados objetivos y generalizados. Se basa en procedimientos orientados en la identificación de fenómenos típicos y repetibles logrando determinar su tendencia (Bieńkowska & Sikorski, 2024). Su aplicación es adecuada cuando la población de estudio está conformada por variables medibles. El enfoque cuantitativo en este proyecto permitirá analizar las variables operativas como tiempo de producción, número de unidades producidas y porcentaje de productividad.

Por otro lado, la investigación cualitativa se basa en explorar, desde la perspectiva de los participantes, las experiencias y significados atribuidos por los sujetos de investigación, siendo adecuado para analizar realidades subjetivas. A través de técnicas como entrevistas u observación, se logra interpretar significados no visibles en los datos cuantitativos (Albeladi, 2024). El enfoque cualitativo en esta investigación se basó en la revisión de la literatura (capítulo 1), el cual permitió triangular hallazgos a partir de investigaciones con objetivos relacionados al tema y fundamentar la selección de metodología para solucionar el problema de estudio.

2.2 Tipo y diseño de investigación

En este trabajo el tipo de investigación utilizada fue la aplicada, dado que tiene como propósito ofrecer soluciones prácticas a una problemática concreta mediante la utilización de conocimientos teóricos en un contexto real (Hernández et al., 2014). Se ha seleccionado este tipo de investigación porque se busca optimizar la línea de producción de la empresa Koledsa

S.A., mediante la implementación de la Teoría de Restricciones, con el fin de mejorar su eficiencia operativa y productiva.

En esta investigación se aplicó un diseño no experimental de tipo transversal. Se basa en la observación y medición de fenómenos sin intervenir en las variables, manteniéndolas en su estado natural. Se lleva a cabo mediante una única recolección de datos en un único momento, esto facilita el análisis contextual del fenómeno o variable de estudio (Ureña et al., 2024). Este diseño es adecuado para contextos organizacionales reales como el de Koledsa S.A, dado que, mediante el análisis de los resultados obtenidos, se evaluará el impacto de la aplicación de TOC en la mejora de los procesos productivos.

La problemática central de esta investigación está en optimizar la línea de producción sin manipular las variables, de tal manera que la opción más adecuada es realizarla con un diseño no experimental. La recolección de datos se realizó en un único momento (mayo 2025), lo que coincide con el carácter transversal de esta investigación. De este modo, la relación entre variables en el marco del estudio está conformada por:

- i. **Investigación descriptiva:** Está estructurada por preguntas de investigación o hipótesis que permiten delimitar el área temática. Su principal objetivo es brindar información acerca de las características o fenómenos de las variables bajo estudio, teoría de restricciones y optimización de línea de producción (Slater & Hasson, 2024).
- ii. **Investigación correlacional:** Este enfoque tiene como objetivo analizar la relación entre la variable independiente (teoría de restricciones) y la variable dependiente (optimización de línea de producción). Además, permite evaluar los resultados, lo cual facilita la implementación de soluciones enfocadas a mejorar el rendimiento (Hernández & Mendoza, 2018).

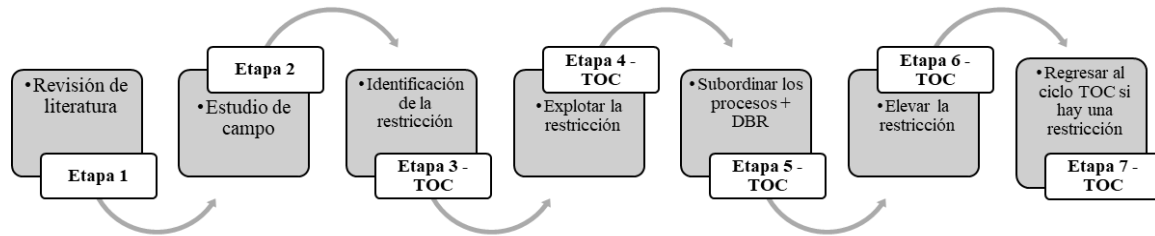
2.3 Procedimiento metodológico

Mediante el exhaustivo análisis realizado en el estado del arte se logró determinar que la metodología de los 5 pasos de enfoque de la Teoría de Restricciones en conjunto con la herramienta DBR (Drum, Buffer y Rope), es la más adecuada para identificar y gestionar los cuellos de botella en Koledsa S.A. El proceso metodológico llevado a cabo en esta investigación se basa en la secuencia lógica aplicada por Salinas & Romero (2024) en su artículo titulado “*Teoría de restricciones como metodología dinámica de mejora continua en*

línea de producción automotrices”, donde aborda la optimización de la línea de producción mediante la aplicación de la metodología TOC.

Figura 7.

Diseño del procedimiento metodológico



Nota: Elaborado por autor, basado en (Salinas & Romero, 2024)

- A. **Etapa 1. Revisión de la literatura:** Mediante esta revisión se identificó las investigaciones científicas realizadas en los últimos cinco años. Asimismo, se determinó las correlaciones de términos claves, los resultados y herramientas aplicadas en cada investigación, esto sirve como guía para abordar la problemática de la presente investigación.

- B. **Etapa 2. Estudio de campo:** A través de una visita a la empresa Koledsa S.A. se realiza una observación directa enfocada a los procesos productivos, para identificar de manera preliminar las oportunidades de mejora dentro del campo de estudio. De esta manera, los resultados de la visita permiten formular soluciones que mejoren los procesos.

- C. **Etapa 3 – TOC. Identificación de la restricción:** Se determina el proceso cuya capacidad es inferior al resto. Por lo tanto, limita el rendimiento de la cadena de producción. La identificación del cuello de botella se basa en la carga de trabajo de cada proceso, tiempo de producción, inventarios en proceso y estándares determinados para cada tarea.

- D. **Etapa 4 – TOC. Explotar la restricción:** En esta etapa se pretende minimizar el idle time, paros por daños de maquinaria y producción de productos innecesarios, mediante la explotación del recurso restrictivo. Permitted aumentar su rendimiento y eficiencia. Es importante comprender que detener la operación del cuello de botella es

contraproducente, dado que, se debe aprovechar el recurso al máximo para optimizar y mejorar la línea de producción.

E. **Etapa 5 – TOC. Subordinar los procesos a la restricción + DBR:** Esta etapa busca determinar el ritmo de la producción en base al rendimiento de la restricción, es decir, los recursos no restrictivos deben producir según el ritmo planteado por el cuello de botella. Por tal motivo, se aplicará la herramienta Drum – Buffer – Rope (DBR). Según Tomaszewska (2023), esta herramienta es la más adecuada para la correcta gestión de los cuellos de botella.

El DBR se basa en tres elementos, siendo el primero **(I) Tambor (Drum)** representa el proceso con mayor tiempo de procesamiento, es decir, la restricción, los demás procesos deben regirse a la velocidad del tambor; **(II) Amortiguador (Buffer)** se determina antes del límite del tambor, facilita continuar con la velocidad de la producción aun cuando hay cambios no planificados, evita el tiempo de ocioso de la restricción y consiste en un stock de inventario en proceso; **(III) Cuerda (Rope)** actúa como un mecanismo de control que regula la producción para que esta no supere el ritmo del tambor, logrando reducir la sobreproducción y costos de producción (Tomaszewska, 2023).

F. **Etapa 6 – TOC. Elevar la restricción:** Consiste en maximizar la capacidad del cuello de botella, lo que implica realizar análisis para definir la adquisición de máquinas, subcontratación, redistribución de línea de producción.

G. **Etapa 7 – TOC. Regresar al ciclo TOC si hay una restricción:** Al ser la Teoría de Restricciones una metodología de mejora continua, se recomienda reiniciar el ciclo volviendo al primer paso e identificar nuevas restricciones, siempre y cuando se haya mejorado el cuello de botella anterior y se haya logrado optimizar la producción. De esta forma, se establece un procedimiento que facilite la evaluación, análisis, gestión de las restricciones.

2.4 Población y muestra

2.4.1 Población

La población objetivo, no tiene una definición única, sin embargo, se entiende como el conjunto completo de sujetos que se pretende analizar en la investigación, es fundamental realizar una correcta selección de la población, dado que influye directamente en la validez de los resultados finales (Lohr, 2021).

En ese sentido, población o también denominado universo, comprende una totalidad abarcando los sujetos seleccionados y el objeto de estudio, integrando elementos cuyas características satisfagan los intereses por los cuales son seleccionados para analizarlos, estos elementos pueden ser personas, mediciones, puntuaciones, entre otros (Del Cid et al., 2011). Posteriormente al diseño y procedimiento de la investigación, es necesario determinar los sujetos que proporcionarán la información necesaria para el desarrollo del proyecto, es decir, definir la población y muestra que será objeto de análisis.

La población estuvo conformada por el personal que labora en la empresa Koledsa S.A, ubicada en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena. Esto incluye operario, supervisores, responsable de logística y producción.

Criterios de inclusión: operario, supervisores, responsable de logística y producción, de ambos sexos que trabajan en la empresa y que desearon de forma voluntaria participar en la investigación.

Criterios de exclusión: operario, supervisores, responsable de logística y producción, que no desearon participar voluntariamente en el estudio.

Tabla 7.

Distribución de la población

Sujetos	Sexo		Total	%
	Masculino	Femenino		
Operarios	14	5	19	76%
Supervisores	2	-	2	8%
Jefe de producción	1	-	1	4%
Gerencia	1	-	1	4%
Contador	-	1	1	4%
Encargado de mantenimiento	1	-	1	4%
Total	19	6	25	100%

Nota: Elaborado por el autor, basado en la información de Koledsa S.A.

En la tabla 7, se presenta la población objeto para esta investigación, conformada por el personal administrativo y operario de la línea de producción de la empresa Koledsa S.A.

2.4.2 Muestra

Un subconjunto de una población seleccionado para su análisis se define como una muestra. Existen dos tipos principales de muestra: probabilística y no probabilística, y su elección dependerá de los objetivos de investigación (Lohr, 2021). Con base a lo anterior, en esta investigación se utilizará un muestreo no probabilístico, de tipo por conveniencia.

El tipo de muestreo de conveniencia permite una selección intencionada de los participantes según su experiencia y relación directa con el fenómeno de estudio lo cual garantiza la pertinencia de los datos recolectados (Hernández & Carpio, 2019). Además, se ha utilizado esta técnica de muestreo debido a la naturaleza operativa de la empresa, asegurando representatividad y profundidad en el análisis del resultado, se considera viable y eficiente incluir a toda la población objetivo como muestra, asegurando representatividad y profundidad en el análisis del resultado. Los datos serán recolectados mediante cuestionarios estructurados, permitiendo abordar el componente cuantitativo adoptado en la investigación.

Unidad de análisis: cada una de las personas que tienen la misma característica seleccionados de la población para conformar la muestra (operarios y supervisor).

Dado el tamaño de la muestra reducido y controlado del grupo involucrado en el proceso productivo (menos de 50 personas), se empleará un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando como muestra a todos los colaboradores que desempeñan funciones directamente relacionados con la línea de producción de la empresa Koledsa S.A.

Tabla 8.

Distribución de la muestra

Sujetos	Sexo		Total	%
	Masculino	Femenino		
Operarios	14	5	19	90%
Supervisor	2	-	2	10%
Total	16	5	21	100%

Nota: Elaborado por el autor, basado en la información de Koledsa S.A.

En la tabla 8, se observa el total de la muestra considerada para la aplicación del instrumento de recolección de datos. El 90% de la muestra está representada por 19 operarios de los distintos procesos, esto indica que nuestra recolección de datos estará enfocada en los trabajadores que se encuentran inmersos en su totalidad en los distintos procesos de la línea de producción de la empresa Koledsa S.A. De esta manera, se garantiza una obtención de datos reales a cerca de la situación actual del sistema.

2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

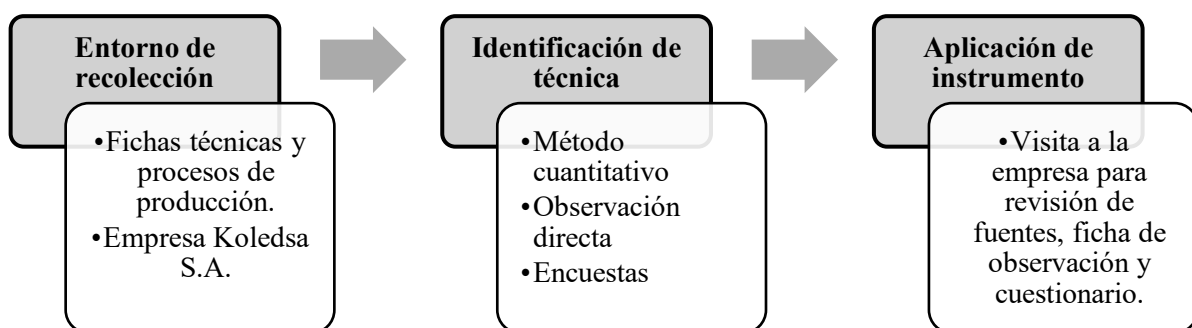
2.5.1 Métodos de recolección de datos

La recolección de datos es una medición que permite conseguir información de los sujetos de estudio, por lo tanto, es importante seleccionar adecuadamente el método para realizar una correcta recolección de datos y lograr veracidad en la información de los resultados obtenidos (Mendoza & Ávila, 2020).

Del mismo modo, Useche et al. (2022) mencionan que, para la recolección de datos debe estructurarse adecuadamente el proceso que tendrá esta recolección, considerando aspectos claves como contexto y lugar. Esto permite organizar la información obtenida relacionada a los sujetos y variables de investigación. A continuación, se presenta la figura 8, que contiene el proceso de recolección de datos que se aplicará en este proyecto, incluyendo el método, lugar, técnica, entre otros relacionados a los objetivos de esta investigación.

Figura 8.

Proceso de recolección de datos



Nota: Elaborado por autor, basado en (Useche et al., 2022)

A continuación, se describen las etapas que comprenderá el proceso de recolección de datos aplicado en esta investigación:

1. **Entorno de recolección de datos:** Se establecen las fuentes de información, el lugar donde se realizará el estudio y el método de investigación
2. **Identificar la técnica para la recolección de datos:** Se determina el método y escoger el instrumento que será aplicado para obtener la información requerida.
3. **Aplicar el instrumento de recolección:** En esta etapa se lleva a cabo el trabajo de campo con su respectiva aplicación de instrumento seleccionado anteriormente, permitiendo extraer información relacionados tanto al contexto como a la variable de estudio.

2.5.2 Técnicas de recolección de datos

Para Mendoza & Avila (2020), mediante las técnicas de recolección de datos que integran metodologías y actividades, se logra extraer información que permiten abordar el problema de investigación. La selección y aplicación de la técnica de recolección estará basada en el enfoque metodológico de la investigación, el objetivo principal de una técnica de recolección es documentar fenómenos empíricos, permitiendo plantear modelos conceptuales mediante la perspectiva cualitativa y, adaptación y validación de modelo teórico a través de perspectiva cuantitativa.

En la empresa Koledsa S.A. donde se llevó a cabo este proyecto, se aplicará la técnica de investigación de campo para recolectar información de fuentes primarias que, además, proporciona un acercamiento a la realidad del entorno productivo de la empresa. En este contexto, se implementará la técnica de observación directa y encuesta, debido a la cantidad de información proporcionada por variedad de productos y sus respectivos procesos que se desarrollan en la empresa.

- i. **Observación directa:** Esta técnica permite relacionarse más con la realidad de la situación, no depende de la voluntad de las personas para obtener la mayor cantidad de información (Useche et al., 2022). En esta investigación realizada en la empresa Koledsa S.A., se aplicará la observación directa no participante, en ella el investigador está presente en el entorno de la problemática sin interactuar.
- ii. **Encuesta:** Se caracteriza por su versatilidad en la aplicación y por su capacidad para recolectar datos de una gran cantidad de individuos en un periodo relativamente

corto (Medina et al., 2023). La encuesta estará dirigida a los operarios y supervisores de la línea de producción de Koledsa S.A.

2.5.3 Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento permite recolectar y registrar datos de interés relacionados a la variable de estudio. Determinar los indicadores de las variables que se pretenden medir y analizar a través de la información obtenida, influye directamente en la identificación, elaboración y aplicación de un instrumento de recolección (Del Cid et al., 2011). Un instrumento es útil y con resultados fiables, solo sí, cumple con criterios como, confiabilidad, objetividad y validez (Hernández et al., 2014).

En la observación directa se deben emplear instrumentos que permitan registrar y recolectar los datos. En ese sentido, Useche et al. (2022) señalan que esta técnica presenta instrumentos como: registros temporales, registro general, escala de estimaciones, ficha de observación y lista de cotejo.

En la encuesta, el instrumento principal es el cuestionario, que consiste en conjunto de preguntas estandarizadas con el objetivo de recolectar información acerca de un problema específico, el cuestionario puede desarrollarse mediante ítems de preguntas abiertas o cerradas (Useche et al., 2022).

A continuación, se describen los instrumentos de recolección de datos aplicados en esta investigación.

Fichas de observación: Según los autores antes mencionados, este tipo de instrumento se aplican en periodos determinados, por lo tanto, en esta investigación se aplicó una ficha de registro de actividades. Los resultados obtenidos mediante el instrumento permitirán identificar la secuencia de los procesos y el tiempo de cada operación, facilitando la elaboración del diagrama de proceso y del diagrama de actividades del proceso actuales de la empresa.

Cuestionario: El desarrollo y la aplicación del cuestionario a los operarios de la línea de producción de Koledsa S.A. permitirá analizar la situación actual desde su experiencia directa, identificar posibles tiempos muertos y comprender sus opiniones acerca de las oportunidades de mejora en los procesos de producción. Estará constituido por 20 preguntas con respuestas cerradas de tipo ordinal de 3 grados (sí, tal vez, no).

2.6 Variables de estudio

Mancilla (2024) señala que, las variables son atributos o características de un objeto de estudio, los cuales pueden ser observados, medidos, comparados y procesados que permiten comprender un fenómeno. Pueden clasificarse en:

Variable dependiente: Representa el resultado de los cambios realizados por la variable independiente.

Variable independiente: Explican, describen o transforman el objeto de estudio durante el desarrollo de la investigación a través de las modificaciones realizadas por el investigador. Los resultados de los cambios generados se describen en la variable dependiente.

En ese sentido, las variables del presente estudio son:

- *Variable dependiente:* Optimización de línea de producción
- *Variable independiente:* Teoría de Restricciones (TOC)

Operacionalización de variables

Arias (2021) en su artículo, “*Guía para elaborar la operacionalización de variables*” menciona que, la operacionalización facilita la medición de la variable en una investigación mediante la identificación y asignación de categorías en las características de estudio. Está conformado por técnicas y herramientas que permiten la recolección de datos de la población o muestra, y puede clasificarse en simple, cuando se miden solo con indicadores, y compleja, cuando en la medición se emplean indicadores, dimensiones y subindicadores.

Bajo este contexto, se presentan la tabla 9 y 10, las cuales muestran la operacionalización compleja de las variables. Estas están conformadas por definiciones, dimensiones, indicadores y herramientas correspondientes a cada variable de esta investigación.

Tabla 9.

Operacionalización de la variable independiente

OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR.

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
Teoría de Restricciones	La TOC es una metodología de gestión que se basa en el pensamiento sistémico y en el principio de que cada sistema tiene al menos una restricción que limita su rendimiento (Urban & Rogowska, 2020).	Desarrollada por Goldratt, la TOC se aplica mediante los 5 pasos de enfoque (1. identificar, 2. explotar, 3. subordinar, 4. elevar, 5. repetir el ciclo) para identificar, gestionar adecuadamente las restricciones permitiendo aumentar el rendimiento y optimizar un sistema de producción (Orue et al., 2021).	D1. <i>Identificar los cuellos de botella</i> : Determinar la restricción o cuello de botella del sistema, que suele tener menor capacidad y mayor tiempo de ciclo que el resto de las operaciones (Salinas & Romero, 2024).	I1. Diagnóstico técnico de procesos con mayor acumulación de carga operativa	¿Conoce cuál es el proceso que más demora en la producción?	Observación directa, revisión documental, encuesta estructurada y fichas técnicas
			D2. <i>Explotar el recurso restringido</i> : Maximizar la utilización de la restricción, aprovechando el recurso al 100% y evitando tiempos ociosos (Salinas & Romero, 2024).	I2. Tiempo de promedio de permanencia de productos en la estación de trabajo crítica (cuello de botella)	¿Conoce usted cuánto tiempo suelen estar los productos en el proceso más lento?	
			D3. <i>Subordinar los demás procesos</i> : El recurso restrictivo determina el ritmo de la producción, de manera que todos los procesos no restrictivos se programen para servir al cuello de botella (Salinas & Romero, 2024).	I3. Porcentaje de tiempo en el que el recurso crítico está operando efectivamente	¿Conoce usted con qué frecuencia está funcionando el proceso que más limita la producción?	
			D4. <i>Elevar la restricción (cuello de botella)</i> : Aumentar la capacidad de la restricción, lo que implica realizar análisis para definir la adquisición de máquinas, subcontratación, redistribución de línea de producción (Salinas & Romero, 2024)	I4. Nivel de rendimiento productivo diario del recurso restringido en relación con su capacidad nominal	¿Considera que es óptima la cantidad de productos producidos por estación?	
			D5. <i>Evaluación de mejora continua del sistema</i> : Se comprende como una filosofía de negocio de origen japonés que permite mejorar niveles de productividad y calidad del producto, disminuir fallas y promover una cultura de aprendizaje en la organización (Barreras, 2022).	I5. Número de procesos alineados al ritmo operativo del recurso con menor capacidad	¿Considera que todos los procesos están sub-	
				I6. Porcentaje de desviaciones en los tiempos de producción respecto al cuello de botella	¿Considera que se ajustan los tiempos de trabajo para no adelantar ni atrasarse con el cuello de botella?	
				I7. Inversión realizada en mejora del recurso limitante (equipo, personal, etc.)	¿Conoce si se han hecho mejoras o cambios para que esa parte lenta del proceso trabaje mejor o más rápido?	
				I8. Aumento porcentual en la capacidad del recurso tras aplicar mejoras	¿Considera que, después de la mejora, se trabaja más rápido esa parte lenta del proceso?	
				I9. Frecuencia de reuniones para revisión de indicadores de producción	¿Se revisan frecuentemente los resultados o problemas del proceso productivo?	
				I10. Número de informes de mejora continua emitidos en el último trimestre	¿Conoce si se realizan reportes o informes para proponer mejoras en la producción?	

Nota: Elaborado por autor

Tabla 10.

Operacionalización de la variable dependiente

OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
Optimización de línea de producción	Un sistema de producción está conformado por actividades que generan valor, la optimización de estos sistemas permite que operen eficazmente. La optimización es un conjunto de técnicas y metodologías que brindan el análisis de los procesos para eliminar errores y tiempos muertos (Marcial & Méndez, 2022).	La optimización se implementa mediante modelos matemáticos para resolver problemas específicos, siguiendo una metodología enfocada en: identificar problemas, plantear soluciones, aplicar soluciones, control continuo mediante KPIs, permitiendo mejorar la eficiencia operativa del sistema (Hidalgo-Pozzi et al., 2024).	D1. <i>Productividad</i> : Encamina a la organización a una gestión eficiente de la producción a través de un óptimo uso de recursos de la organización tales como mano de obra, capital, materiales y energía (Ramírez Méndez et al., 2022).	II1. Tasa de producción por unidad de tiempo, expresada en unidades/hora	¿Tiene conocimiento de cuántos productos se fabrican por hora normalmente?	Observación directa, revisión documental, encuesta estructurada y fichas técnicas
			D2. <i>Tiempo de ciclo de producción</i> : Es el tiempo real que se necesita para ejecutar un proceso, actividad o tarea específica, sin incluir factores como fatiga, demoras o retrasos inesperados (Parra et al., 2020).	II2. Relación porcentual entre producción planificada y producción real alcanzada en un periodo determinado	¿Se logra cumplir con la cantidad planificada de producción diaria?	
			D3. <i>Nivel de inventario en proceso (WIP)</i> : Comprende los productos o componentes que se encuentran dentro del sistema de producción, los cuales aún no han completado su ciclo de fabricación (Añapa Cimarrón et al., 2023).	II3. Duración promedio del ciclo de fabricación por unidad, desde el inicio hasta el producto final	¿Considera que es óptimo el tiempo de producción que tarda un producto en fabricarse desde el inicio hasta el final?	
			D4. <i>Tasa de cumplimiento de entregas</i> : Es el grado en que una empresa logra cumplir con los requerimientos de sus clientes mediante envío de inventario disponible, evitando pérdidas de ventas y retrasos por falta de stock (Moran Reyes, 2022).	II4. Variación del tiempo del ciclo tras implementación de mejoras basada en TOC	¿Cree usted que ese tiempo de producción ha mejorado después de hacer cambios en la producción?	
			D5. <i>Eficiencia del uso de recurso</i> : Se entiende como el uso óptimo de los recursos disponibles, apoyado en la tecnología y medios que posee la empresa (López Díaz et al., 2021).	II5. Promedio de unidades en curso de fabricación por turno operativo	¿Conoce la cantidad de inventarios que están en proceso al mismo tiempo durante un turno?	
				II6. Disminución porcentual del inventario en proceso posterior a la restructuración de la línea	¿Considera que la cantidad de inventario en proceso ha disminuido después de mejorar la producción?	
				II7. Porcentaje de pedidos entregados dentro del plazo pactado con el cliente.	¿Conoce si los pedidos se entregan a tiempo, como se prometió al cliente?	
				II8. Frecuencia de incumplimiento logístico atribuibles a ineficiencias en el flujo de producción.	¿Considera que los retrasos de pedidos se deben a las fallas en la producción?	
				II9. Porcentaje de utilización efectiva del tiempo disponible de maquinaria	¿Las máquinas operan sin tiempos muertos durante la jornada laboral?	
				II20. Porcentaje de tiempo productivo del personal operativo en relación con su jornada laboral efectiva	¿Considera que los operarios están ocupados en tareas productivas durante toda la jornada?	

Nota: Elaborado por autor

2.7 Procedimiento para la recolección de los datos

Según Medina et al. (2023), el procedimiento de recolección de datos debe determinarse mediante la planificación y diseño, en los cuales se identifica según los objetivos del estudio, la técnica e instrumento de recolección a emplear en el desarrollo del estudio, los resultados obtenidos permiten analizar las tendencias y comprender del comportamiento de las variables de estudio.

Tabla 11.

Etapas de recolección y procesamiento de datos

Etapa	Plan	Procedimiento
1	Recolección de datos	Registrar la información obtenida mediante observación directa y encuesta. Clasificar y ordenar los datos para facilitar el análisis.
2	Procesamiento y análisis de datos	Presentación mediante gráficos los resultados obtenidos. Analizar e interpretar datos, y establecer soluciones para las oportunidades de mejoras identificadas.

Nota: Elaborado por autor.

En la tabla 11, se describe las etapas que conforman el plan recolección y procesamiento de los datos obtenidos de las fuentes de información. La aplicación de este procedimiento garantizará la recopilación de datos confiables, válidos y objetivos, dado que, la técnica de observación directa e instrumento (ficha de registro de actividades) están alineados con los objetivos de este proyecto.

2.8 Método de análisis de datos

El plan de análisis de datos permite identificar oportunidades de mejora, con un enfoque en la mejora continua, dado que durante la investigación se aplican diversas metodologías y se analizan los resultados obtenidos. Asimismo, proporciona resultados precisos que facilitan la comprensión del entorno en el que se encuentra el problema de estudio.

Del mismo modo, garantiza que la metodología seleccionada en cada procedimiento respalde cada objetivo específico del presente proyecto de investigación, de tal manera que cada procedimiento logre abordar oportunamente las preguntas de investigación. Para este punto, los resultados de cada etapa deberán estar ligados a la línea de investigación de este estudio, de tal manera que determinen una base sólida que facilite la interpretación de estos resultados. La relación de cada etapa con cada objetivo específico garantiza fiabilidad y validez en este estudio, por lo tanto, obtener una base sólida de resultados y conclusiones mejora la aplicabilidad en estudios prácticos de la misma área.

El desarrollo y cumplimiento de los objetivos específicos es evaluado por el plan de análisis. En consecuencia, se presenta la tabla 12, que proporciona los procedimientos y herramientas adecuados para dar lugar al cumplimiento de los objetivos.

Tabla 12.

Plan de análisis e interpretación de los resultados

Objetivos específicos	Procedimientos	Herramientas	Resultados
OE1. Realizar una revisión sistemática de la literatura mediante un análisis bibliométrico para respaldar la relación entre las variables de estudio, Teoría de Restricciones y optimización de línea de producción.	i. Revisión de la literatura. ii. Análisis bibliométrico.	i. RSL ii. Software VOSviewer y Bibliometrix	Determinar la relación entre las variables de estudio e identificar herramientas complementarias para la aplicación de metodología TOC

OE2. Determinar un marco metodológico con base en estudios acerca de la aplicación de Teoría de Restricciones.	<ul style="list-style-type: none"> i. Diseño metodológico. ii. Plan de recolección de datos. iii. Determinar el instrumento de recolección de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> i. Enfoque mixto, diseño no experimental. ii. Observación directa no participante mediante ficha de registro de actividades. 	Establecer el procedimiento metodológico. Determinar la población y muestra para la recolección de datos.
OE3. Aplicar los cinco pasos de enfoque de la Teoría de Restricciones para gestionar las limitaciones y optimizar la línea de producción de Koledsa S.A.	<ul style="list-style-type: none"> i. Aplicación de técnica e instrumentos seleccionados. ii. Aplicación del diseño metodológico basado en TOC. 	<ul style="list-style-type: none"> i. Diagrama de procesos y Diagrama de actividades del proceso. ii. Los 5 pasos de enfoques de la TOC + herramienta DBR. 	Tabulación y registro de datos. Resultados y conclusiones de la aplicación de la metodología TOC.

Nota: Elaborado por autor.

Mediante la información descrita en la tabla 12, se logra evidenciar el plan de ejecución de los objetivos específicos. En primera instancia está el procedimiento de revisión sistemática de la literatura junto con el análisis bibliométrico, perteneciente al primer objetivo, el cual tenía como propósito, comprender la relación entre las variables de estudio mediante la aplicación de softwares como VOSviewer y Bibliometrix e identificar los resultados y soluciones propuestas en cada investigación cuyos objetivos se enfocaban en la optimización de línea de producción.

Posteriormente, para el cumplimiento del segundo objetivo se estableció el marco metodológico basado en investigaciones que aplican la metodología TOC. Del mismo modo, se determinó que la presente investigación tendrá un enfoque mixto con un diseño no experimental de carácter transversal, y la recolección de datos se ejecutará mediante la técnica de observación directa.

Finalmente, el tercer objetivo se cumple a través de la aplicación de los 5 pasos de enfoque de la TOC junto con la herramienta Drum – Buffer – Rope (DBR), diagrama de procesos y diagrama de actividades del proceso, de tal manera que permitan identificar los

cuellos de botellas para gestionarlos y optimizarlos, y, en consecuencia, mejorar la línea de producción.

2.9 Validez y confiabilidad del instrumento.

2.9.1 Validez

La validez, representa una propiedad principal del instrumento de recolección de datos, indica el grado en que el instrumento mide a la variable de estudio. Existen varios tipos de validez, entre ellos la validez de contenido, validez de criterio y validez de constructo (Landaeta, 2024). En esta investigación se implementó la validez de contenido, utilizando el método de juicio por expertos. En este tipo de validez, la evaluación es realizada por expertos en el tema, lo que permite determinar el grado en que un instrumento mide adecuadamente la variable de estudio (Hernández & Mendoza, 2018).

2.9.2 Procedimiento validez de instrumento

Previamente a la aplicación del cuestionario, se realizó el procedimiento de validación de datos a través de juicio por expertos. Con ello se consiguió demostrar la confiabilidad del instrumento y la selección de los especialistas. El proceso de selección de expertos presentó los siguientes criterios de inclusión:

- Los expertos han de poseer título en ingeniería.
- Es necesario que cuenten con, mínimo, un estudio científico dentro de su área de especialidad.
- Deben los expertos haber alcanzado el nivel de máster o doctorado.

Considerando los criterios anteriores, cuatro ingenieros industriales fueron partícipes en la validación del instrumento, analizando aspectos como la objetividad, pertinencia, claridad y coherencia de cada pregunta del cuestionario. El grado académico de cada uno se presenta a continuación:

Experto 1. Doctor en ciencias ambientales

Experto 2. Magíster en Sistemas Integrado de Gestión

Experto 3. Magíster en Sistemas Integrado de Gestión

Experto 4. Doctor en Ciencias Técnicas

Tabla 13.*Resultados de la evaluación del instrumento por expertos*

Expertos	Valoración final		
	Bueno	Regular	Malo
Experto 1	✓	-	-
Experto 2	✓	-	-
Experto 3	✓	-	-
Experto 4	✓	-	-

Nota: Elaborado por el autor.

En la tabla 13, se presenta la valoración final del instrumento de recolección de datos, en la cual se consideraron criterios como la relación entre variable y la dimensión, la relación entre la dimensión y el indicador, la relación entre el indicador y el ítem, y la relación entre el ítem y la opción de respuesta. La calificación total de estos criterios obtuvo una valoración de “bueno” por parte de los cinco expertos participantes (**ver Anexo C, D, E, F**). Este resultado demuestra que el instrumento posee validez, lo que garantiza la calidad de la información que se recopilará mediante su aplicación.

Validez de contenido mediante el Coeficiente V de Aiken

El coeficiente V de Aiken permite analizar la validez de un instrumento, dado que se define como técnica que cuantifica la validez de contenido de un ítem con relación al contenido evaluado por un grupo de expertos. Su aplicación es adecuada cuando se dispone de juicios de expertos referente a la validez de un instrumento de recolección de datos. Los valores del coeficiente V se sitúan entre 0 y 1, considerándose un ítem como válido cuando el coeficiente es igual o mayor a 0.8 (Flores & Terán, 2022). En ese sentido, mediante de las puntuaciones obtenidas en la “*Ficha de validación por juicio de expertos*” se obtendrá el coeficiente V de Aiken para determinar la validez del instrumento.

Tabla 14.*Resultado de Coeficiente V de Aiken*

Coeficiente V
0.98

Nota: Elaborado por autor

Según la tabla 14, el coeficiente V de Aiken fue de 0.98, lo cual indica un alto nivel de coincidencia entre los juicios emitidos por los expertos, en otras palabras, demuestra un alto grado de validez del instrumento de recolección de datos. Las puntuaciones obtenidas por cada experto se muestran con más detalle en los (Anexos G, H, I, J), por otro lado, el cálculo del coeficiente V general se encuentra en el (Anexo K).

2.9.3 Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad indica el grado de consistencia y coherencia de los datos obtenidos de la aplicación de un instrumento de recolección de datos. La confiabilidad se determina mediante un coeficiente, el cual puede obtenerse aplicando uno de los cuatro métodos siguientes: medida de estabilidad, método de formas alternativas, método de mitades partidas y medidas de consistencia interna (Hernández & Mendoza, 2018).

En ese sentido, la confiabilidad del instrumento aplicado en esta investigación se determinó a través de la consistencia interna, específicamente con el coeficiente alfa de Cronbach. Mediante el análisis de las respuestas recolectadas, se obtiene el coeficiente alfa, que representa el grado promedio de correlación entre los ítems del instrumento (Tuapanta et al., 2017).

Tabla 15.
Niveles de confiabilidad del Alfa de Cronbach

Rango	Nivel de confiabilidad
< 0.90	Muy alto
(0.75 – 0.90]	Alto
(0.60 – 0.75]	Moderado
(0.30 – 0.60]	Bajo
≤ 0.30	Muy Bajo

Nota: Elaborado por autor, adaptado de (Pelegri n Rodríguez et al., 2016).

En la tabla 15, se muestran los niveles de confiabilidad según el rango del coeficiente alfa de Cronbach, que puede estar entre 0 y 1. Mientras más se acerque a 1, mayor será la confiabilidad de los resultados obtenidos. Cuando el valor sea igual o inferior a 0.6, significa que el instrumento tiene un nivel bajo de confiabilidad.

Tabla 16.
Confiabilidad del Alfa de Cronbach

Estadística de confiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.922	20

Nota: Elaborado por autor, obtenido de Software SPSS

En la tabla 16, se presentan los resultados obtenidos en el software SPSS – 27 (**Anexo N**) mediante el análisis de los datos recolectados con el instrumento. El coeficiente alfa de Cronbach resultó de 0.922, lo que indica que cuestionario presenta un nivel de confiabilidad muy alto, garantizando una adecuada correlación entre los ítems.

CAPITULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Generalidades de la empresa

Koledsa S.A. ha estado operativa desde 2022, ofreciendo productos frescos y congelados de alta calidad. Actualmente, es reconocida como un proveedor premier para la industria de alimentos del mar, respaldando su control de calidad y servicio al cliente en cada libra de producto terminado.

Las principales actividades de la empresa constan en: preparación y conservación de pescado mediante el congelado, ultracongelado, secado, ahumado, salado, sumergido en salmuera y enlatado, etcétera y, venta al por mayor de pescado, crustáceos, moluscos y productos de la pesca.

La producción en Koledsa S.A. se mantiene operativa los 365 días del año, debido a que procesa diversos productos del mar cuya disponibilidad depende de las temporadas de pesca.

Figura 9.

Logo de la empresa Koledsa S.A.



Nota: Emitido por la empresa Koledsa S.A.

3.1.1 Misión

“Somos una empresa procesadora y empacadora especializada en productos pesqueros, dedicada a satisfacer las necesidades de nuestros clientes internos y externos. Estamos ubicados en un sector estratégico (zona industrial) del cantón La Libertad y contamos con un personal

capacitado, responsable y competitivo. Esto nos permite ofrecer productos de exportación que cumple con las normas de control y calidad más exigentes”.

3.1.2 Visión

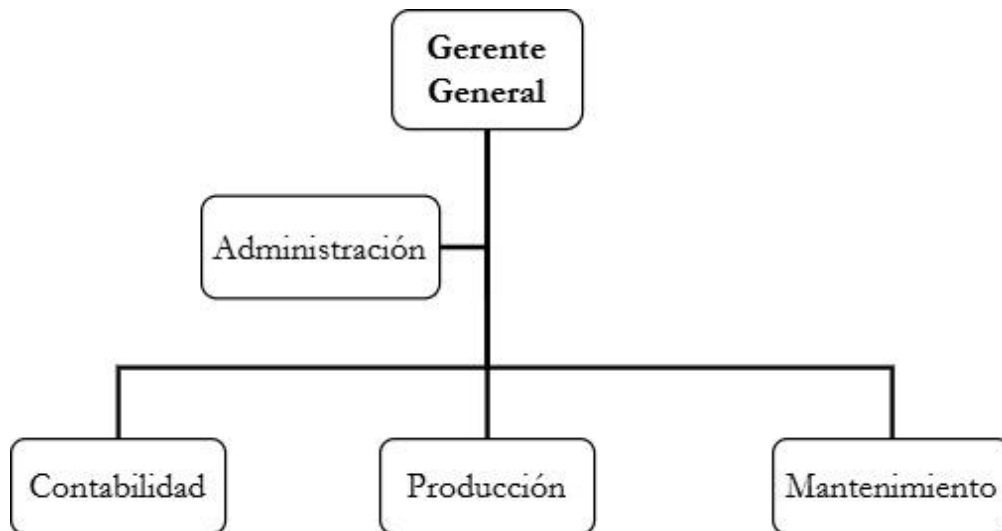
“Ser líderes en el mercado y alcanzar un alto nivel competitivo frente a las grandes empresas procesadoras y empacadoras de productos del mar. Continuar ofreciendo productos de alta calidad que satisfagan las necesidades de los clientes y establecer una identidad de marca sólida que permita a la empresa mantenerse y destacar en el mercado”.

3.1.3 Estructura organizacional

Koledsa S.A. cuenta con una estructura organizacional simple, la cual define los niveles dentro de la empresa, permitiendo identificar los responsables de cada departamento, así como las líneas jerárquicas de comunicación que existen en la organización.

Figura 10.

Organigrama de la empresa Koledsa S.A.



Nota: Fuente Koledsa S.A.

3.1.4 Ubicación de la empresa

La empresa KOLEDSA S.A. está ubicada en la Provincia de Santa Elena, cantón Libertad, ZONA INDUSTRIAL, sector 59, Calle principal, número 2, Manzana 31. Referencia: Frente a la UPSE; a dos cuadras a la izquierda de la Coca-Cola, junto al Motel La Laguna.

Figura 11.

Ubicación geográfica Koledsa S.A.




Nota: Obtenido de Google Maps (2025)

3.1.5 Productos de la empresa

El producto que ofrece KOLEDSA S.A. consiste en bloques de 5, 10 o 20 kg de pesca congelada empacados en cartón o sacos dependiendo del producto y los requerimientos del cliente. La variedad que ofrece consiste en la diversidad de especies que procesa la empresa, entre ellos tenemos:

Tabla 17.

Especies que procesa la empresa

Referencia visual	Nombre científico
 (MonMiFish S.A., n.d.)	Hojita: <i>Chloroscombrus Orqueta</i>



(MonMiFish S.A., n.d.)

Merluza: *Merluccius merluccius*



(Albacora – Fruto Del Mar, n.d.)

Albacora: *Thunnus alalunga*



(MonMiFish S.A., n.d.)

Dorado: *Coryphaena hippurus*



(Prodismar S.A.S, 2022)

Sierra: *Scomberomorus Sierra*



(Novapesca S.A., n.d.)

Botella: *Auxis spp*



(Novapesca S.A., n.d.)

Wahoo: *Acanthocybium salondri*

Nota: Elaborado por el autor

3.2 Marco de resultados

3.2.1 Análisis de resultados

La recolección de datos se realizó a través de un muestreo por conveniencia, descrito en el *Capítulo II*. El cuestionario constó de 20 preguntas con una escala ordinal de 3 categorías, detallado en el (**Anexo A**), fue aplicado a 21 trabajadores de la línea de producción de Koledsa S.A.; del total, 19 son operarios y 2 supervisores de producción, descrito en la *tabla 8 – Sección 2.4.2* sobre la distribución de la muestra. La implementación de la encuesta se llevó a cabo según el procedimiento de recolección de datos detallado en la *Sección 2.7*.

Tabla 18.

Participantes en la encuesta por proceso

Proceso	Número de participantes	Porcentaje de participación
Supervisores	2	10%
Recepción de materia prima	3	14%
Pesaje de materia prima	2	10%
Clasificación de pescado	3	14%
Lavado y pesado	2	10%
Envasado	4	19%
Empacado	5	24%
TOTAL	21	100%

Nota: Elaborado por autor

En la tabla 18, se presentan los 21 participantes de la encuesta según su área de trabajo. Los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario fueron tabulados en el software SPSS – 27 (ver **Anexo M**). Posteriormente se elaboró una gráfica por cada ítem del cuestionario para analizar los resultados obtenidos. En la tabla 19, se describen los análisis individuales.

Tabla 19.*Matriz de resultados obtenidos del cuestionario*

N°	Interpretación
Ítem 1	<p>El 62% de los trabajadores encuestados sí conocen el proceso cuyo tiempo de producción es mayor al resto. Esto indica, que 11 operarios y 2 supervisores están familiarizados y tienen conocimiento del proceso con mayor tiempo de producción, siendo este el proceso de envasado para congelar. Mientras que, un 24% tal vez lo conoce y el 14% no lo identifica.</p>
Ítem 2	<p>Mediante los resultados obtenidos se determina que el 48% conoce el tiempo de procesamiento de la operación más lenta, mientras que, un 29% lo desconoce y el 24% restante posiblemente tenga conocimiento de este valor. A partir de estos valores, se deduce que los 10 trabajadores representados por el 48% están inmersos en el proceso más lento, permitiéndoles conocer el tiempo en que tarda el proceso más lento en fabricar un producto.</p>
Ítem 3	<p>A través de esta pregunta se conoce la frecuencia de producción del proceso limitante. De los resultados obtenidos, se infiere que los operarios cuya respuesta fue “Sí” (10), un 48%, están inmersos en la operación limitante de la línea de producción, mientras que, la respuesta “Tal vez” (7) representa operarios que, en algún momento, se encargaron de dicha actividad, considerando que el personal es eventual. Dado que se contratan trabajadores para el procesamiento de materia prima, solo cuando ingresa pesca a la planta y los empleados contratados no suelen ser los mismos.</p>
Ítem 4	<p>Mediante este ítem se determina si los distintos procesos producen cantidades óptimas o no. En ese sentido, el 57% de encuestados, conformado por 12 operarios encargados de procesos como pesado y lavado (3), envasado (4) y empacado (5), considera que la cantidad de productos por proceso no es óptima, mientras que, un 24% manifiesta lo contrario. A partir de estos resultados, se deduce que los procesos de envasado y empacado no estarían produciendo una cantidad óptima de productos.</p>

Ítem 5	<p>Un 48% considera que no se ha subordinado el ritmo de producción al del cuello de botella, por otro lado, un 38% menciona que posiblemente el recurso restrictivo esté determinando el rendimiento productivo. Esto indica que no se ha tomado decisiones estratégicas y gestionado correctamente los recursos restrictivos, es decir, existe una oportunidad de mejora en el proceso limitante.</p>
Ítem 6	<p>Estos resultados complementan al ítem anterior. Por lo tanto, se obtuvo que un 52% (11 encuestados) considera que no se han ajustado los tiempos de producción, por otro lado, un 29% señala que posiblemente se hayan realizado ajustes, y solo un 19% (4 encuestados) indica que se trabaja con tiempos que no se adelantan ni se atrasan respecto al recurso limitante. Por lo tanto, se deduce que no se han aplicado metodologías que permitan identificar, subordinar y gestionar los cuellos de botella.</p>
Ítem 7	<p>Referente a las mejoras en el proceso más lento. Un 33% señala que no se han aplicado mejoras, un 43% indica que posiblemente se haya aplicado, y el 24% afirma que sí se ha mejorado el proceso más lento. A partir de esto, se deduce que el 33% representado por 7 operarios, de los cuales 4 son envasadores y 3 son empacadores, consideran que su proceso representa una limitación para la línea de producción, el cual no ha sido intervenido para mejorar el rendimiento de aquella operación.</p>
Ítem 8	<p>Este ítem complementa al anterior, dado que permite conocer si, según los encuestados, luego de los posibles cambios aplicados anteriormente se han percibido mejoras. Se observa que un 48% considera que no se ha notado mejoras, dentro de ese grupo se encuentran 10 operarios, cuyas respuestas en el ítem anterior fueron “No” (7), “Sí” (2) y “Tal vez” (1), se destaca los dos operarios que respondieron sí anteriormente, denotando inconsistencia en la percepción de mejoras.</p>
Ítem 9	<p>Este ítem relacionado con la revisión de resultados o problemas en la producción se obtuvo que el 62% (13 trabajadores, incluidos supervisores) afirma que frecuentemente se revisan los resultados del proceso productivo. A partir de esto, se deduce que, sí se realizan inspecciones durante el proceso productivo, pero no aún nivel que permita identificar y gestionar las</p>

Ítem 10	<p>problemáticas que limitan el rendimiento de la línea de producción, corroborado con los resultados del ítem 7 y 8, los cuales los trabajadores expresan que no se han aplicado ni percibido mejoras en los procesos críticos.</p> <p>Con respecto a la elaboración de reportes de producción o informes con propuestas de mejoras. El 52% indica que “sí” se realizan reportes que detallan la producción diaria y posibles oportunidades de mejora. Mientras que, un 33%, al no estar directamente involucrados en los procesos administrativos, considera que “tal vez” se realicen estos reportes, y un 14% manifiesta que tiene desconocimiento total de la elaboración de estos documentos.</p>
Ítem 11	<p>Sobre la cantidad de productos fabricados por hora. El 52%, que representa 11 encuestados (2 supervisores, 4 envasadores y 5 empacadores), conoce el volumen de producción por hora. A partir de estos resultados, se deduce que los trabajadores de los procesos de envasado y empacado conocen el volumen de producción por hora, dado que en estas etapas se obtiene el producto terminado, mientras que los supervisores conocen porque llevan un control poco formal de la cantidad de cantidad de canastillas que ingresan al túnel de congelación y el producto que ingresa a la cámara de almacenamiento.</p>
Ítem 12	<p>Un 48% de encuestados manifiesta que “sí” se cumple con la cantidad de producción diaria planificada. Considerando los encuestados cuya respuesta fue “Sí” (10) y “Tal vez” (9), se deduce que, a pesar de las problemáticas presentes en la línea de producción, el 90% intenta cumplir con la planificación de la producción, apoyado con un stock de seguridad el cual se encuentra almacenado en la cámara de almacenamiento, cuya capacidad es de 160 toneladas.</p>
Ítem 13	<p>El 52% de los encuestados considera que el tiempo que tarda en fabricarse un producto final no es óptimo. Esto indica que existen falencias en la producción, las cuales pueden deberse a factores como cuellos de botella, falta de capacitación, ausencia de control o planificación de producción, por lo tanto, se debe determinar los procesos críticos, asignar recursos y gestionar</p>

	<p>adecuadamente los cuellos de botella, permitiendo aumentar el rendimiento y mejorar el tiempo total de producción.</p>
<p>Ítem 14</p>	<p>Mediante este ítem se pretenden determinar si se han realizado cambios en la línea de producción y si estos han resultado en mejoras del ciclo de producción. El 29% restante manifiesta que no ha notado mejoras en el tiempo de ciclo. A partir de estos resultados, se deduce que los posibles cambios aplicados no han generado mayor impacto en la reducción del tiempo de producción, lo cual se evidencia con el 29% que no ha percibido mejoras y el 48% que no está seguro de haber notado mejoras luego de los cambios.</p>
<p>Ítem 15</p>	<p>El 57% de los encuestados (2 supervisores, 3 clasificadores, 3 lavado y pesado, 4 envasadores) manifiesta que conoce el volumen de inventario en proceso. Con base en lo anterior, se deduce que, los procesos de clasificado, lavado y pesado, y envasado tienen mayor visibilidad, comparado al resto, de los niveles de inventario en proceso, esto puede deberse a que dichos procesos presentan una secuencia entre ellos, empezado por el clasificado y culminando en envasado.</p>
<p>Ítem 16</p>	<p>Este ítem complementa al anterior, porque permite determinar si los posibles cambios realizados antes del trabajo de investigación han contribuido a disminuir el inventario en proceso. El 62% de los encuestados indica que los cambios en la producción posiblemente hayan reducido el inventario en proceso. A partir de los resultados, se deduce que los posibles cambios aplicados no generaron impacto en la mejora, dado que solo el 10% está seguro de la reducción de inventario en proceso.</p>
<p>Ítem 17</p>	<p>Se obtuvo que el 57% afirma que los pedidos se entregan a tiempo, mientras que, un 43% considera que posiblemente se cumplan con los plazos establecidos, indicando la existencia de posibles retrasos poco frecuentes en las entregas. Con base en estos resultados, se deduce que no se presentan atrasos significativos y se cumplen en la mayoría las entregas en los tiempos acordados con el cliente.</p>

Ítem 18

Mediante esta interrogante se pretende determinar si, en caso de existir retrasos en la entrega de pedidos, estos se deben a las fallas en la producción. El 81% asegura que las limitaciones en la producción no repercuten en la entrega de pedidos. Con base en el total de encuestados cuya respuesta fue “No” (17), se deduce que dentro de la producción no existen retrasos frecuentes en la entrega de pedidos. Estos resultados se corroboran con lo mencionado en el ítem 12, donde el 48% manifiestan que se logra cumplir con la producción diaria planificada, sin embargo, no se descarta posibles retrasos por razones independientes al proceso productivo.

Ítem 19

El 43% menciona que las maquinas “Sí” operan sin tiempos muertos durante la producción, por otro lado, un 38% considera que posiblemente trabajen sin tiempos improductivos. A partir de estos resultados, se deduce que las maquinarias, como balanzas, empleadas en el proceso productivo no presentan tiempos ociosos. Sin embargo, no hay que descartar el 19% restante, dado que puede brindar información sobre posibles fallos en los equipos.

Ítem 20

Se obtuvo que el 62% afirma que durante la jornada laboral los operarios están dedicados a actividades productivas. Considerando que ambos supervisores respondieron “Sí”, siendo ellos los que tienen una visión más general de las actividades realizadas por los operarios durante una jornada, se determina que los trabajadores están involucrados en actividades productivas que generen valor. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que existan tiempos ociosos no identificados claramente.

Nota: Elaborado por el autor

Mediante los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario de 20 preguntas, se logró identificar las problemáticas que presentan varios procesos del sistema, como el proceso de envasado, pesado y lavado, y empacado, debido a la escasa o nula aplicación de herramientas que permitan aprovechar las oportunidades de mejora. Asimismo, se evidenció la necesidad de aplicar los pasos de la Teoría de Restricciones para identificar las causas y efectos del cuello de botella, de tal manera que mediante su adecuada gestión se logre mejorar el rendimiento, la eficiencia operativa y el tiempo de producción. Las gráficas de cada ítem se encuentran en el **(Anexo P)**.

3.2.2 Comprobación de hipótesis mediante correlación de Pearson

La comprobación de las hipótesis planteadas se realizará mediante el coeficiente de correlación de Pearson, el cual demostrará la relación existente entre las variables de estudio. A continuación, considerando las variables de este estudio, se definen las hipótesis planteadas:

Variable independiente: Teoría de Restricciones (TOC)

Variable dependiente: Optimización de línea de producción

Hipótesis nula (H₀): La aplicación de los cinco pasos de la Teoría de Restricciones no genera cambios en la línea de producción, no mejora la productividad ni aumenta la capacidad de producción en la empresa Koledsa S.A.

Hipótesis alternativa (H₁): La aplicación de los cinco pasos de la teoría de restricciones optimiza los procesos productivos en Koledsa S.A., mejorando la productividad y la capacidad de producción.

El coeficiente de Pearson es un valor numérico que permite medir la fuerza y naturaleza de la correlación entre variables a través de este coeficiente, además de, indicar si dicha sinergia es positiva o negativa. Su valor oscila entre -1 y +1, cuando el signo es positivo denota una relación directa (el incremento y disminución de las variables es directamente proporcional), caso contrario, indica que la relación es indirecta o inversa (el incremento y disminución de las variables es inversamente proporcional) (Fiallos, 2021).

Tabla 20.

Interpretación del coeficiente de Pearson

Intervalo	Niveles de correlación
[0.50 – 1.00)	Correlación fuerte
[0.30 – 0.50)	Correlación moderada
[0.10 – 0.30)	Correlación débil
[0.00 – 0.10)	Correlación nula

Nota: Elaborado por autor, adaptado de (Hernández Lalinde et al., 2018)

En la tabla 20, se presenta la interpretación de la correlación de Pearson, según el rango en el que se encuentra el valor obtenido. Se considera una correlación fuerte cuando el coeficiente es mayor a 0.5, una correlación moderada cuando el valor está entre 0.30 y 0.50, una correlación débil entre 0.10 y 0.30, y una correlación muy débil o nula cuando el valor está entre 0.00 y 0.10.

Tabla 21.
Resultados de coeficiente de correlación de Pearson

		VI	VD
VI	Correlación Pearson	1	0.888
	Sig. (Bilateral)		<0.001
	N	21	21
VD	Correlación Pearson	0.888	
	Sig. (Bilateral)	<0.001	
	N	21	21

Nota: Obtenido de software SPSS - 27

En la tabla 21, se presenta el coeficiente de correlación de Pearson, obtenido de Software SPSS – 27 (**Anexo O**), cuyo valor es de 0.888. Al estar en el intervalo de 0.5 a 1, indica que existe una relación fuerte y positiva entre la variable independiente y la variable dependiente, y el aumento de valor de las variables es directamente proporcional. Asimismo, el valor de significancia bilateral obtenido (Sig. < 0.001), evidencia que la correlación entre las variables es estadísticamente significativa, con una probabilidad muy baja de que se haya producido por azar.

En ese sentido, al obtener un p – valor menor a 0.01, se rechaza la hipótesis nula (H_0), que plantea que no existe correlación entre las variables, y se acepta la hipótesis alternativa (H_1): “*La aplicación de los cinco pasos de la teoría de restricciones optimiza los procesos productivos en Koledsa S.A., mejorando la productividad y la capacidad de producción.*”, dado que esta refleja una correlación estadísticamente significativa entre las variables de estudio.

3.2.3 Análisis de la situación actual

Mediante la encuesta aplicada a los operarios directos al área de producción, se logró determinar que actualmente existe limitaciones o cuellos de botella en la línea de producción

de la empresa Koledsa S.A. Para comprender la situación actual del proceso de producción de la empresa se empleó una ficha de observación, presentada en la tabla 22, mediante el cual se identificó y registró todos los procesos con sus respectivos tiempos de procesamiento.

Tabla 22.

Ficha de observación

Ficha de Observación: Proceso de pescado entero congelado			
Nº	Descripción del proceso	Tiempo en s	Observaciones
1	Recepción de materia prima	180"	
2	Pesado de materia prima	15"	
3	Transporte al área de procesamiento	10"	Falta maquinaria que facilite el transporte
4	Clasificación según el peso del pescado	51"	Cantidad insuficiente de balanzas
5	Pesado y lavado	16"	
6	Envasado para congelar en bloque	75"	Demora en el proceso de envasado, acumulación de producto en espera para ser envasado
7	Transporte al túnel de congelación	23"	Falta maquinaria que facilite el transporte
8	Congelación	76"	
9	Transporte al área de empaçado	8"	
10	Empacado	62"	
11	Inspección del producto	11"	
12	Transporte a cámara de almacenamiento	13"	
13	Almacenamiento del producto terminado	0"	
Total, tiempo de procesamiento		540 segundos = 9 minutos	

Nota: Elaborado por autor

En la tabla 22, se muestran los procesos que conforman la línea de producción de pescado congelado con sus respectivos tiempos de producción. Se determinó que el tiempo requerido para producir un bloque de pescado congelado de 10 kg es de 540 segundos.

Por otro lado, mediante observación directa se identificó que los procesos de clasificación y envasado para congelar en bloque presentan fallas, así como tiempos de espera

que afectan el flujo productivo. Dado que, la falta de balanzas en el proceso de clasificado genera tiempos muertos en el momento en que un operario debe esperar que otra persona desocupe la balanza para utilizarla. La falta de una mesa de trabajo que permita aumentar el número de trabajadores para el proceso de envasado provoca acumulación de canastillas, lavadas y pesadas, listas para envasar.

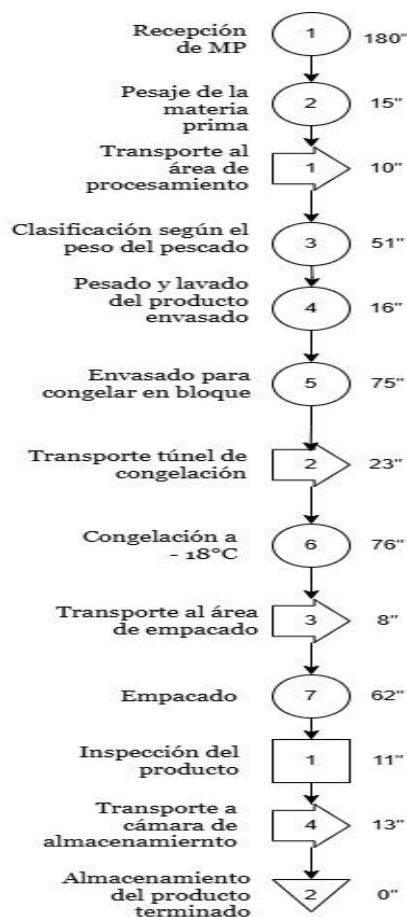
El traslado manual mediante empuje sin ningún equipo de transporte, entre las áreas de recepción de materia prima, procesamiento y de congelación, genera tiempos excesivos de transporte, los cuales pueden mejorarse integrando nuevos equipos que agilicen el movimiento.

3.2.3.1 Descripción del proceso de producción

Primero, se realizó un diagrama de operaciones del proceso de congelado de pescado con base en los datos presentados en la figura anterior, de tal manera que brinde una mejor comprensión de la secuencia de operaciones. Posteriormente se describirá cada proceso de producción.

Figura 12.

Diagrama de Operaciones del proceso - Actual



Nota: Elaborado por autor

La utilización del diagrama de operaciones de proceso presentada en la figura 12, facilitó la comprensión y visualización del flujo de la línea de producción de bloques pescado congelado de 10 kg, dado que describe las operaciones, inspecciones, transportes y almacenamientos que conforman el proceso productivo. Luego de comprender la secuencia de los procesos, se describirá cada etapa que conforma la línea de producción:

Recepción. – El pescado proveniente de los puertos de Anconcito, Santa Rosa, Esmeraldas, Manta. Se recibe entero o eviscerado y se recoge una muestra para posteriormente realizar análisis organoléptico y el análisis de histamina, considerando que este producto será para consumo humano. Al llegar los camiones, son recibidos en el área de recepción de materia prima, donde se llevan a cabo las siguientes actividades:

- i. **Control y Clasificación.** – Se realiza el análisis organoléptico, cuya importancia radica en determinar si la pesca a recibir se encuentra en buen estado. El procedimiento es realizado de la siguiente manera:
 - Inspeccionar que la piel este brillante con el color característico de la especie
 - Revisar la textura de la carne, que este firme.
 - Evaluación de olores en branquias y las vísceras.
 - Medición de temperatura del pescado.
- ii. **Muestreo.** – Permite obtener un promedio relacionado con el peso y talla del pescado. Se realiza tomando entre dos y tres muestreos por cada camión, el primero es realizado antes de recibir la pesca, luego cuando se ha recibido la mitad de la pesca y el tercero al finalizar la recepción.
- iii. **Análisis de histamina.** – Consiste en extraer una muestra de aproximadamente 50 gramos a la altura del lomo, específicamente, a cuatro dedos antes de la cabeza del pescado, el cual es llevado al laboratorio para su análisis. Según el destino, se toman 18 muestras para el mercado americano y para el mercado europeo se debe tomar 9 muestras. Si la especie analizada es apta según los resultados obtenidos, se acepta la pesca y se almacena en tinas con hielo hasta su procesamiento.

Pesaje. – La materia prima es pesada en gavetas, cada una debe tener un peso entre 50 y 100 libras, con el fin de llevar un registro de la cantidad recibida.

Almacenamiento de la materia prima en tinas. – Se realiza solo en caso de que la pesca recibida no vaya a ser procesada en ese momento. En ese sentido, se almacena el producto

del mar en tinas plásticas con hielo, para que alcance una temperatura entre 0°C y 2 °C, conservando su frescura.

Clasificación y limpieza. – En esta área la pesca es retirada de las tinas de conservación y es colocada en mesas de acero inoxidable, donde un grupo de personas capacitadas (cuadrillas) se encargan de la clasificación según las tallas, las cuales son determinadas por el peso en gramos del pescado, suelen ser: 100 – 300, 300 – 500, 500 – 1000, y >1000

Pesado y lavado. – El producto es colocado en canastillas o bandejas plásticas cuyo peso debe estar entre 10kg y 10.5 kg sin considerar el peso de la canastilla. Posteriormente, en el proceso de lavado las bandejas con el producto se sumergen en una tina con agua a una temperatura entre 0 y 2 °C con una concentración de cloro de 1.5 ppm. En todos los procesos se realizan cambios de agua las veces que sea necesario hasta que el producto esté limpio y no exista exceso de sangre.

Envasado para congelación. – En este proceso, el producto (pescado) se acomoda en bandejas/canastillas los cuales llevarán láminas, evitando el contacto entre el producto y la canastilla, posteriormente serán llevados a los túneles de congelación.

Congelación en túnel. – Para garantizar las propiedades organolépticas del pescado, las canastillas con el producto ingresan al túnel de congelación y permanecerán alrededor de unas 20 horas hasta que alcancen una temperatura mínima de – 18 °C.

Empacado. – El producto final (bloque de pescado congelado) se empaqueta en fundas de plástico que va en contacto directo con el pescado, y este a su vez va dentro de cajas de cartón parafinado. El peso puede variar de 5, 10 o 20 kilos. Al momento de realizar el empaque se controla el peso de las cajas.

Almacenamiento en cámara. – Una vez empacado, el producto es paletizado y transportado hacia la cámara para mantener el producto final a una temperatura de – 18 °C, de esta manera se evita presencia de agentes contaminantes.

Embarque. – El despacho se realiza trasladando del producto de la cámara de almacenamiento hasta el camión o contenedor.

Posteriormente, con base en la información recolectada, se procedió a completar la tabla de análisis de procesos, figura 13, con el objetivo de conocer el total de operaciones, transporte, inspecciones, almacenamientos presentes en la línea de producción de congelado pescado.

Figura 13.

Diagrama de Análisis del Proceso – Actual

ACTIVIDAD POR REALIZAR		RESUMEN			
PROCESO DE CONGELADO DE PESCADO		○	OPERACIÓN	7	
		□	INSPECCIÓN	1	
		⇒	TRANSPORTE	4	
		◻	OPERACIÓN COMBINADA	0	
DEPARTAMENTO:	PRODUCCIÓN	✓	▽	ALMACENAMIENTO	1
MÉTODO:	ACTUAL	ACTUAL			
		PROPUESTO	TIEMPO	540	

ELABORADO POR: VILLON CHANCAY XAVIER ALEJANDRO **DISTANCIA (m)** 20.7

FECHA: MAYO DEL 2025

Descripción de los elementos o actividad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	○ □ ⇒ ◻ ▽	Observaciones
1 Recepción de materia prima	-	180	●	
2 Pesado de materia prima	-	15	●	
3 Transporte al área de procesamiento	3	10	●	Transporte mediante empuje de gavetas
4 Clasificación según el peso del pescado	-	51	●	Falta balanzas
5 Pesado y lavado	-	16	●	
6 Envasado para congelar en bloque	-	75	●	Restricción del proceso
7 Transporte al túnel de congelación	6.7	23	●	Transporte mediante empuje de canastillas
8 Congelación	-	76	●	
9 Transporte al área de empacado	4	8	●	
10 Empacado	-	62	●	
11 Inspección del producto	-	11	●	
12 Transporte a cámara de almacenamiento	7	13	●	
13 Almacenamiento del producto terminado	-	0	●	
TOTAL	20.7	540	7 1 4 0 1	

El tiempo de ciclo es de 24.5 segundos, en el que el operario finaliza el envasado en una canastilla lista para congelación. Las actividades posteriores deben esperar que se cumpla el proceso de congelado, el cual para una producción de 10 toneladas el tiempo de congelado es aproximadamente 21 horas.

Nota: Elaborado por autor

En la figura 13, se observa el diagrama de análisis de procesos de la línea de producción actual de la empresa Koledsa S.A., mediante el cual se puede observar que el tiempo de producción total es de 540 segundos con una distancia recorrida de 20.7 metros.

3.3 Propuesta de mejora

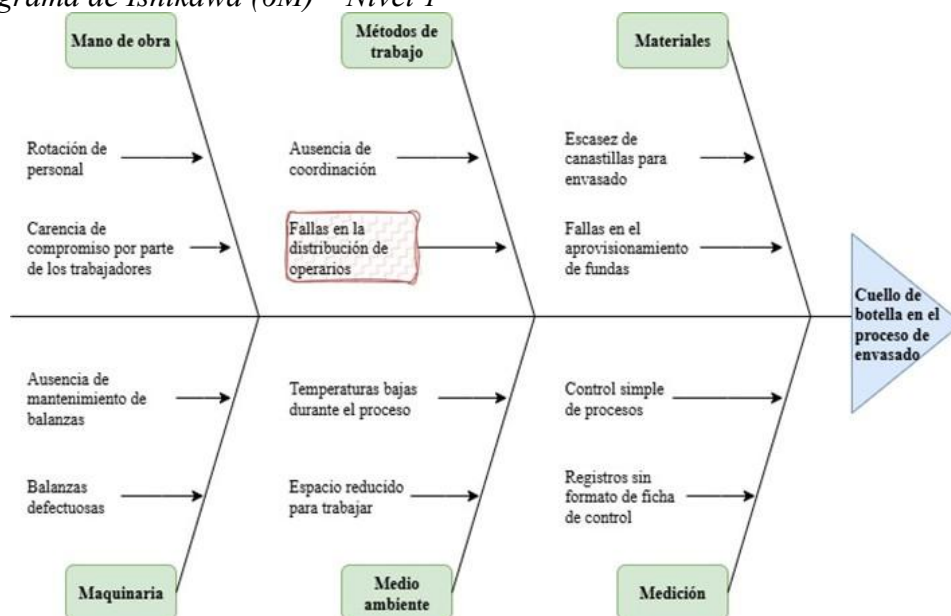
3.3.1 Aplicación de la Teoría de Restricciones

Paso 1. Identificar la restricción

Mediante el análisis de los datos recolectados por los instrumentos, se logró determinar las limitaciones que afectan al sistema de producción. Dado que, en el cuarto ítem del cuestionario, el 57% de operarios encuestados, encargados de procesos como pesado y lavado, envasado para congelar y empacado consideraron que la cantidad de productos producidos por sus estaciones no es óptima, debido a demoras en el tiempo de producción, la acumulación de productos por procesar y la inadecuada organización del espacio de trabajo. Del mismo modo, el 52% de encuestados mencionan que el tiempo que tarda en fabricarse un producto no es óptimo. A través de la observación directa, se logró identificar las limitaciones señaladas por los operarios, de tal manera que permitió determinar al proceso de envasado como cuello de botella, debido a la acumulación de producto en espera en esta actividad y la demora en el tiempo de procesamiento en esa actividad. Para identificar la causa raíz de la restricción se aplicó el diagrama de Ishikawa (6M), presentado en la figura 14.

Figura 14.

Diagrama de Ishikawa (6M) – Nivel 1



Nota: Elaborado por autor

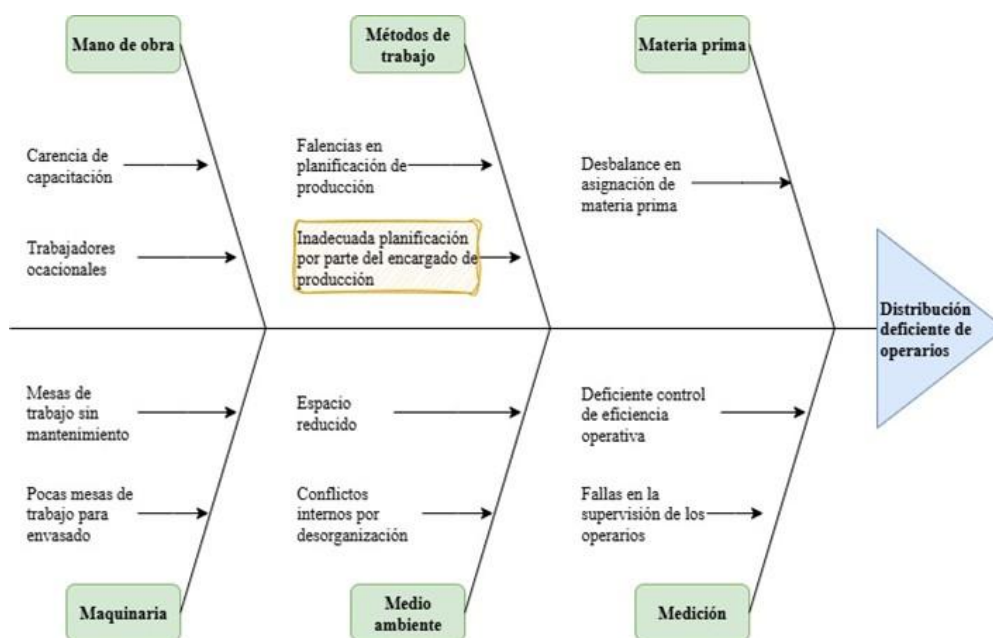
En la figura 14, se presenta el diagrama Ishikawa de primer nivel, aplicando el método de las 6M. Se determinó que la problemática principal es el cuello de botella en el proceso de envasado, dado que presenta acumulación de productos por procesar, por la inadecuada distribución de personal en los procesos precedentes y demora en el tiempo de procesamiento.

A través de categorías como materia prima, método de trabajo, mano de obra, maquinaria, medio ambiente y medición, se identificaron posibles causas, concluyendo que la causa principal de la problemática es una inadecuada distribución de operarios. Esta situación provoca que procesos con menos tiempos de procesamiento cuenten con exceso de personal.

Para comprender y determinar la causa raíz de la deficiente distribución de operarios, se elaboró un segundo diagrama de Ishikawa (nivel 2), siendo ahora, la distribución deficiente de operarios, la problemática principal.

Figura 15.

Diagrama de Ishikawa (6M) – Nivel 2



Nota: Elaborado por autor

En la figura 15, se describen las posibles causas de la inadecuada distribución de los operarios. Entre ellas se identificaron: la carencia de capacitación de los trabajadores, la ausencia de mantenimiento de mesas de trabajo (lo que reduce el número de mesas disponible para su utilización), la deficiente supervisión del personal operativo y una inadecuada planificación de tareas y gestión de recursos por parte del encargado de producción. Esta última

se considera la causa principal del problema, dado que impide una asignación adecuada de operarios según el ritmo de producción de cada estación.

Paso 2. Decidir cómo maximizar el uso de la restricción

El proceso de envasado para congelado en bloque cuenta actualmente con 3 a 4 operarios. Inicialmente, para maximizar el uso de esta restricción, se consideró aumentar el número de operarios en ese proceso con el objetivo de reducir la acumulación de canastillas de pescado en espera de ser envasadas. Sin embargo, esta medida no resulta conveniente debido al espacio reducido de la mesa de trabajo actual, lo cual generaría desorden en el entorno laboral y gastos innecesarios para la empresa.

Por lo tanto, para abordar adecuadamente la restricción se deberá intervenir en los principales factores que afectan el rendimiento de la línea de producción. De acuerdo con el supervisor de producción, la capacidad del proceso podría aumentar si se integra una nueva mesa de trabajo que permita incorporar dos operarios adicionales sin reducir su espacio de trabajo, y si se capacita al personal para mejorar su productividad.

Además, se deben realizar controles del personal operativo que permitan determinar una redistribución estratégica de los trabajadores, asignándolos según la complejidad y el tiempo requerido en cada estación.

Paso 3. Subordinar el ritmo de la producción a la restricción

La fase de subordinar se llevó a cabo aplicando el modelo DBR (Drum/Tambor – Buffer/Amortiguador – Rope/Cuerda), el cual permite programar el ritmo de producción en función de la capacidad del cuello de botella.

En este contexto, el proceso de envasado se establece como el “**tambor**”, dado que es el cuello de botella cuya capacidad presenta restricciones y limita el flujo del sistema. Se encargará de determinar el ritmo de producción para los demás procesos, evitando acumulación de producto en proceso o sobreproducción.

Posteriormente, se establece el “**amortiguador**”, que consiste en una cantidad controlada de inventario antes del cuello de botella. Este amortiguador garantiza la continuidad del flujo de producción cuando existan cambios no planificados en los recursos no restrictivos.

Finalmente, se establece la “**cuerva**”, que actúa como mecanismo de control que regula la cantidad y la velocidad en que la materia prima ingresa al recurso restrictivo. Dicha liberación debe estar limitada a la capacidad de producción del proceso de envasado.

Paso 4. Elevar la restricción

Mediante una redistribución de los operarios en función de la complejidad y tiempo de procesamiento de cada estación, y la integración de una nueva mesa de trabajo de acero inoxidable con capacidad para ubicar hasta 6 operarios sin afectar la ergonomía ni el espacio de cada uno, se logra maximizar la capacidad del cuello de botella y reducir el tiempo de producción.

Por otro lado, con el objetivo de elevar la utilización de los demás procesos con oportunidades de mejora, se adquirirán dos transpaletas manuales como equipo de transporte, lo que permite agilizar el traslado de canastillas hacia el área de procesamiento y al túnel de congelación.

Asimismo, se aumentará el número de balanzas en el proceso de clasificación, dado que, mediante la observación directa, se identificó la existencia de 1 balanza para 3 operarios, lo cual genera tiempos muertos.

Paso 5. Regresar al paso 1

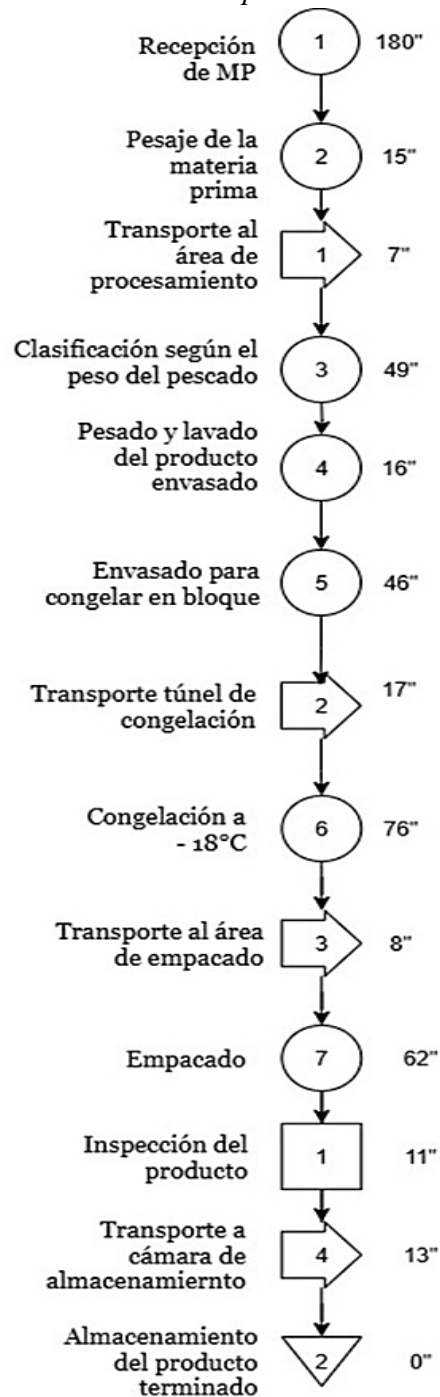
Es aplicable cuando la restricción anteriormente identificada haya sido superada, con el objetivo de identificar una nueva restricción.

3.3.2 Beneficios de la aplicación de TOC

Luego de haber elevado la capacidad de la restricción, se puede realizar una estimación hacia los nuevos tiempos de producción, logrando comparar el estado actual y el propuesto, con el fin de determinar los beneficios que obtendrá la empresa. En este contexto, se presenta el diagrama de operaciones de procesos con los nuevos tiempos empleados.

Figura 16.

Diagrama de Operaciones de Procesos – Propuesto



Nota: Elaborado por autor.

En la figura 16, se presentan los nuevos tiempos de producción logrados mediante la aplicación de la Teoría de Restricciones, en el cual se evidencia una reducción de 38% en el tiempo de proceso de envasado para congelar, pasando de 75 segundos a 46 segundos, dicha disminución se debe a la reducción del tiempo de esperar que existía en esa estación. Del mismo

modo, se elaboró el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP), presentado en la figura 17, para analizar el flujo de materiales tras las mejoras realizadas.

Figura 17.

Diagrama de Análisis del Proceso – Propuesto

ACTIVIDAD POR REALIZAR		RESUMEN		
PROCESO DE CONGELADO DE PESCADO		○ ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP.
		○ OPERACIÓN	7	7
		□ INSPECCIÓN	1	1
		⇒ TRANSPORTE	4	4
		◻ OPERACIÓN COMBINADA	0	0
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN		▽ ALMACENAMIENTO	1	1
MÉTODO: PROPUESTO	ACTUAL			
	PROPUESTO	✓	TIEMPO 540	500
ELABORADO POR: VILLON CHANCAY XAVIER ALEJANDRO		DISTANCIA (m)	20.7	20.7
FECHA: MAYO DEL 2025				

Descripción de los elementos o actividad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	○ □ ⇒ ◻ ▽	Observaciones
1 Recepción de materia prima	-	180	●	
2 Pesado de materia prima	-	15	●	
3 Transporte al área de procesamiento	3	7	●	Adquisición de un equipo de transporte
4 Clasificación según el peso del pescado	-	49	●	Se implemento nuevas balanzas
5 Pesado y lavado	-	16	●	
6 Envasado para congelar en bloque	-	46	●	Se gestionó la restricción
7 Transporte al túnel de congelación	6.7	17	●	Se agilizó el transporte con el nuevo transpaleta
8 Congelación	-	76	●	
9 Transporte al área de empacado	4	8	●	
10 Empacado	-	62	●	
11 Inspección del producto	-	11	●	
12 Transporte a cámara de almacenamiento	7	13	●	
13 Almacenamiento del producto terminado	-	0	●	
TOTAL	20.7	500	7 1 4 0 1	

El tiempo de ciclo es de 24.5 segundos, en el que el operario finaliza el envasado en una canastilla lista para congelación. Las actividades posteriores deben esperar que se cumpla el proceso de congelado, el cual para una producción de 10 toneladas el tiempo de congelado es aproximadamente 21 horas.

Nota: Elaborado por autor

En la figura 17, se evidencia los tiempos de ciclo propuestos para la línea de producción de congelado de pescado, las observaciones y soluciones implementadas en los procesos. Luego de conocer las mejoras alcanzadas en el sistema de producción, se realizó una tabla con base a los datos anterior para comparar los resultados del DAP actual y del DAP propuesto, permitiendo identificar los porcentajes de mejora en el sistema de producción.

Tabla 23.

Análisis comparativo del resumen del DAP

Actividad	DAP – Actual			DAP – Propuesto		
	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)
Operación	7	475	-	7	444	-
Inspección	1	11	-	1	11	-
Transporte	4	54	19	4	45	19
Almacenamiento	1	-	-	1	-	-
Total	13	540	19	13	500	19

Nota: Elaborado por autor

En la tabla 23, se dan a conocer los tiempos de procesamiento por actividad. Se observa que hubo una reducción del 7.41% del tiempo total en que tarda en producirse un bloque de 10 kg de pescado congelado.

Finalmente, se llevó a cabo el cálculo de productividad del cuello de botella, el cual permite evaluar la nueva producción final luego de la aplicación de la teoría de restricciones para optimizar la línea de producción de la empresa Koledsa. Para ello, con base en la información recolectada se calculará primero el tiempo inicial utilizado considerando que el tiempo de ciclo actual es de 24.5 segundos y se tiene una producción diaria de 1000 canastillas de 10 kg listas para el proceso de congelado.

$$\text{Tiempo inicial utilizado} = 1000 \cdot \frac{24.5 \text{ segundos}}{1 \text{ canastilla}}$$

$$\text{Tiempo inicial utilizado} = 24500 \text{ segundos}$$

Considerando el total del tiempo inicial utilizado, se procede a calcular la producción final de canastillas en el proceso de envasado, luego de haber implementado mejoras en la producción y obtener un nuevo tiempo de ciclo de 21.5 segundos.

$$Producción\ final = 24500\ segundos \cdot \frac{1\ canastilla}{21.5\ segundos}$$

$$Producción\ final = 1139.5 \approx 1140\ canastillas$$

En ese sentido, la producción final propuesta resulta de 1140 canastillas en un día de producción, es decir, existe un incremento de 140 canastillas respecto a la situación actual, en el mismo tiempo de producción de 24500 segundos.

Una vez obtenido el tiempo inicial utilizado, se procede a calcular la productividad en situación actual y luego haber implementado la Teoría de Restricciones (TOC). La línea de producción de congelado de pescado de Koledsa S.A, para producir 10 toneladas, requiere 19 operarios trabajando durante 6.8 horas, lo que equivale a 129.2 horas – hombre.

$$Productividad\ (hora\ x\ hombre) = \frac{Cantidad\ de\ producción}{horas - hombre}$$

$$Productividad\ (inicial) = \frac{1000\ unidades}{129.2\ hxx}$$

$$Productividad\ (inicial) = 7.74 \frac{unidades}{hora - hombre}$$

$$Productividad\ (final) = \frac{1140}{129.2\ hxx}$$

$$Productividad\ (final) = 8.82 \frac{unidades}{hora - hombre}$$

$$Productividad\ (hora\ x\ hombre) = \frac{8.82 - 7.74}{7.74} \cdot 100 = 14\%$$

Con base en los cálculos realizados, se evidencia una mejora del 14% en la productividad, reflejando un incremento en la eficiencia del uso de recursos. Este resultado demuestra la viabilidad y efectividad de la aplicación de la teoría de restricciones para optimizar la línea de producción de Koledsa S.A.

En la figura 19, se presenta el modelado de la propuesta de mejora basada en la aplicación de la Teoría de Restricciones, el cual evidencia mejoras en el estado de producción por proceso, en los tiempos de procesamiento y en la salida de productos por cada estación, con respecto a los resultados obtenidos en la situación actual.

En la simulación de la situación propuesta se aplicó la nueva distribución de trabajadores según la complejidad y el tiempo de procesamiento de cada actividad. La asignación quedó de la siguiente manera, 6 en el proceso de recepción de materia prima, 2 en pesaje de materia prima, 5 en clasificación, 2 en pesado y lavado, 5 en envasado y 6 en empacado, asimismo, se integraron 2 transpaletas manuales para agilizar el traslado de canastillas.

Para ello, se presenta la tabla 24, la cual muestra un análisis comparativo entre la distribución de los operarios actual y la distribución propuesta, basada en la simulación realizada en el software FlexSim.

Tabla 24.

Análisis comparativo de la distribución de operarios actual vs propuesta

Proceso	Distribución de operarios actual	Distribución de operarios propuesta
Recepción de materia prima	6	6
Pesaje	2	2
Clasificación según el peso	7	5
Pesado y lavado	3	2
Envasado	3	5
Empacado	5	6
TOTAL	26	26

Nota: Elaborado por el autor

En la tabla 24, se observa los distintos procesos y su asignación de operarios actual y la propuesta. Se destacan cambios en los procesos de clasificación, pesado y lavado, y envasado, de tal manera que permite reducir la liberación de productos en los procesos precedentes al cuello de botella y del mismo modo se minimiza la acumulación de inventario en proceso.

En ese sentido, en el proceso de clasificación el número de operarios se redujo a 5, y en pesado y lavado se redujo a 2. Por otro lado, debido a la implementación de la nueva mesa de trabajo en el proceso de envasado, se logró aumentar de 3 a 5 operarios. Finalmente, en el proceso de empacado operarán 6 trabajadores. De este modo, se consigue subordinar los procesos la línea de producción al cuello de botella mediante la herramienta DBR.

De esta manera, se demuestra la optimización de la línea de producción de Koledsa S.A. La simulación de la línea de producción de pescado congelado con sus respectivas estadísticas, se encuentran en el (Anexo Q).

A continuación, en la tabla 25 se presenta un análisis comparativo del tiempo actual vs el tiempo propuesto para cada proceso de la línea de producción.

Tabla 25.

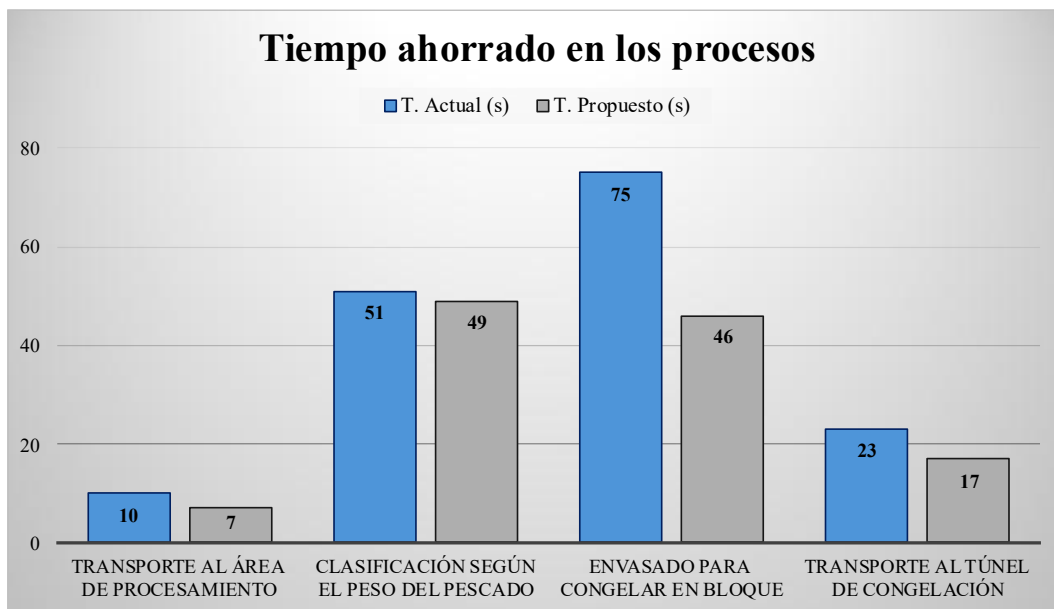
Análisis comparativo del tiempo de producción actual vs tiempo propuesto

N	Proceso	Tiempo actual (s)	Tiempo propuesto (s)	Tiempo ahorrado (s)
1	Recepción de materia prima	180	180	-
2	Pesado de materia prima	15	15	-
3	Transporte al área de procesamiento	10	7	3
4	Clasificación según el peso del pescado	51	49	2
5	Pesado y lavado	16	16	-
6	Envasado para congelar en bloque	75	46	29
7	Transporte al túnel de congelación	23	17	6
8	Congelación	76	76	-
9	Transporte al área de empacado	8	8	-
10	Empacado	62	62	-
11	Inspección del producto	11	11	-
12	Transporte a cámara de almacenamiento	13	13	-
13	Almacenamiento del producto terminado	-	-	-
	TOTAL	540	500	40

Nota: Elaborado por el autor

En la tabla 25, se muestra el tiempo actual y el tiempo propuesto por cada proceso de la línea de producción de congelado de pescado, del mismo modo se observa el tiempo ahorrado como resultado de la aplicación de la propuesta de mejora, el cual consistió en la gestión del cuello de botella presente en el proceso de envasado. Posteriormente, se elaboró una gráfica, presentada en la figura 20, para facilitar la visualización y comprensión de estos resultados.

Figura 20.
Tiempo ahorrado en los procesos



Nota: Elaborado por autor

En la figura 20, se observan los procesos que presentaron una disminución en el tiempo de procesamiento. El proceso de envasado, el cual presentaba una limitación para la línea de producción, debido a la implementación de una nueva mesa de trabajo y a la reorganización de los trabajadores, tuvo una reducción del 38.7%, es decir, 29 segundos.

Del mismo modo, la implementación de nuevas transpaletas manuales permitió una reducción de 3 segundos en el tiempo de transporte hacia el área de procesamiento y de 6 segundos hacia el túnel de congelación, este representa una disminución del 30% y 26.1%, respectivamente.

Finalmente, la adquisición de nuevas balanzas para el proceso de clasificado según el peso permitió una reducción de 3.9%, es decir, 2 segundos menos. A través de las mejoras implementadas, se logró un tiempo total de procesamiento de 500 segundos.

3.4 Presupuesto de la propuesta

Para el desarrollo del presupuesto se estimó un valor que representa la implementación de la teoría de restricciones para optimizar la línea de producción. En la siguiente tabla se detallan las herramientas y elementos, con sus costos referenciales, necesarios para llevar a cabo la propuesta de mejora.

Tabla 26.
Presupuesto del proyecto

Presupuesto del proyecto				
Rubro	Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo Total
Recurso humano	Investigador	1	\$ 640.00	\$ 640.00
	Software FlexSim	1	\$3.250,00	\$3.250,00
Recurso tecnológico	Computadora	1	\$1.150,00	\$1.150,00
	Internet	3	\$ 32.00	\$ 96.00
Oficina	Materiales de oficina		\$ 15.00	\$ 15.00
	Mesa de acero inoxidable	1	\$ 800.00	\$ 800.00
Herramientas y equipos de la propuesta	Balanzas	3	\$ 150.00	\$ 450.00
	Transpaleta manual	2	\$ 340.00	\$ 680.00
Otros	Transporte		\$ 50.00	\$ 50.00
	Impresiones		\$ 30.00	\$ 30.00
	Subtotal			\$7.146,00
	10% de imprevistos			\$ 714.60
	15% de reajuste			\$ 1.071,90
	TOTAL			\$ 8.932,50

Nota: Elaborado por autor

Para llevar a cabo esta propuesta de aplicación de Teoría de Restricciones en Koledsa S.A., se requiere de una inversión en activos fijo de \$8.932,50 USD. Durante un periodo de 5 año esta propuesta de mejora generó flujos de efectivo de \$7.365.00 USD, con una tasa del 10%. A través de herramientas financieras como Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación (RP) se logró evaluar la viabilidad del proyecto.

A continuación, se presenta la tabla 27 con los valores que permitirán dichas métricas financieras.

Tabla 27.
Cálculo de flujo de fondo

Cálculo de flujo de fondo						
Año	0	1	2	3	4	5
Inversión Inicial	\$8.932,50					
Flujo Fondo	-\$8.932,50	\$7.365,00	\$7.365,00	\$7.365,00	\$7.365,00	\$7.365,00
Saldo actual de 10%	-\$8.932,50	\$6.695,45	\$6.086,78	\$5.533,43	\$5.030,39	\$4.573,09
Saldo actualizado acumulado	-\$8.932,50	-\$2.237,05	\$3.849,73	\$9.383,16	\$14.413,56	\$18.986,64

Nota: Elaborado por autor

$$\text{Tasa (\%)} = \text{Valor por definición}$$

$$\text{Tasa (\%)} = 10\%$$

$$\text{VNA (\$)} = \text{VNA(intereses; flujo de caja)} + \text{desembolso inicial}$$

$$\text{VNA(\$)} = \$27.919,00$$

$$\text{VAN (\$)} = \text{Beneficio Neto Actualizado} + \text{Inversión inicial}$$

$$\text{VAN(\$)} = \$27.919,00 - \$8.932,50$$

$$\text{VAN(\$)} = \$18.986,64$$

Tasa Interna de Retorno (TIR): Tasa de descuento que hace que el VAN se igual a cero

$$TIR = 78\%$$

$$PR(t) = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{flujo de efectivo por periodo}}$$

$$PR(t) = \text{año anterior de recuperación} + \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Flujo anual}}$$

$$PR = 1.37 \text{ años}$$

Después de realizar los cálculos financieros, se muestra que el beneficio neto actual (VNA) alcanzó un valor de \$42.332,70 USD, por consiguiente, la propuesta de este proyecto generó ganancias (VAN) de \$18.986,64 con una tasa interna de retorno (TIR) de 78%, superando el 10% de la tasa de interés establecida. Esto evidencia la rentabilidad de la propuesta basada en la Teoría de Restricciones. Por último, según el periodo de recuperación (PR), se espera recuperar la inversión en 1 año, 4 meses y 13 días, lo cual determina que el proyecto lograr recuperar la inversión inicial en los primeros cinco años.

CONCLUSIONES

Mediante una revisión de la literatura basado en el análisis bibliométrico de 254 artículos científicos, obtenidos de bases de datos como Dimensions con un 41.33% del total de investigaciones, Scopus representó un 17.71%, Science Direct con el 18.11% y Web of Science un 22.83%, se identificó la tendencia de publicaciones científicas relacionadas con las variables de estudio, los autores relevantes y los países de origen de las investigaciones de los últimos cinco años, siendo el año 2023 con mayor número de publicaciones referentes al tema. El procesamiento e interpretación de datos se realizó utilizando criterios de inclusión y exclusión, permitiendo determinar metodologías y herramientas para aprovechar las oportunidades de mejora de la producción mediante la optimización de línea de producción.

Bajo ese contexto, el marco metodológico de la investigación tuvo un diseño no experimental de tipo transversal con un enfoque mixto y un alcance descriptivo – correlacional. La descripción de las fases de aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC) se determinó con base en un artículo que emplea esta metodología para abordar una problemática similar. La recolección de datos se llevó a cabo con la aplicación de cuestionarios y observación directa, complementada con el diagrama de flujo que facilitó la visualización e interpretación de los procesos que componen la línea de producción de la empresa.

Finalmente, a través del software SPSS – 27 se obtuvo un coeficiente de Correlación de Pearson de 0.888, mediante este valor se determinó que entre las variables de estudio existe una correlación fuerte, por lo tanto, se aceptó la hipótesis alternativa. La propuesta de mejora basada en la aplicación de los pasos de la Teoría de Restricciones permitió identificar y gestionar adecuadamente el cuello de botella presente en el proceso de envasado, lo que reflejó una mejora del 14% de la productividad, es decir, un aumento de 7.74 a 8.82 unidades por hora-hombre, y una reducción del tiempo de producción, pasando de 540 segundos a 500 segundos. Esta propuesta tuvo un presupuesto total de \$8.932,50 USD el cual se recuperará en un periodo de 1 año, 4 meses y 13 días.

RECOMENDACIONES

Con base en el trabajo de investigación realizado, se recomienda utilizar bases de datos confiables para el desarrollo del estado del arte, dado que garantiza autenticidad y rigor científico en la investigación. Realizar una revisión de alcance efectiva garantiza una variedad de investigaciones disponibles para el investigador, facilitando el desarrollo de la investigación y la comprensión de las variables de estudio.

Es esencial que, para el marco metodológico, se establezca un procedimiento relacionado con los objetivos de la investigación, de tal manera que guíe el desarrollo y ejecución del estudio. Esto garantiza la aplicación del procedimiento metodológico, logrando una eficiente recopilación de datos en la población mediante la implementación de técnicas y herramientas adecuadas, lo cual permite analizar y proponer una mejora que beneficie a la empresa mediante la optimización de la línea de producción, a través de la identificación y gestión eficiente de los cuellos de botella.

Se recomienda que la empresa gestione un monitoreo periódico con el fin de garantizar los resultados de la propuesta planteada en este estudio, esto abarca en realizar auditorías internas con el fin de evaluar los indicadores de rendimiento, los mismos que respaldan los resultados de la mejora, y así la empresa pueda llevar un mejor control. Para futuras investigaciones o proyectos afines al tema, se recomienda fortalecer el uso de software de simulación, de manera que el investigador pueda evidenciar y comparar los resultados alcanzados con la situación actual.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña Carbajal, L. O., Del Castillo Vásquez, J. A., & Vasquez Guzman, J. C. (2023). Aplicación de la teoría de restricciones para reducir los costos de los servicios de mantenimiento en una empresa de servicios navales. *INGnosis*, 9(1), 56–62. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v9i1.3070>
- Albacora – Fruto del Mar*. (n.d.). Retrieved June 9, 2025, from <https://frutodelmar.es/albacora/>
- Albeladi, A. A. (2024). The Challenges of Conducting Qualitative Research in Quantitative Culture: Saudi Arabia as a Case Study. *Qualitative Report*, 29(4), 1050–1071. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2024.6272>
- AlMallahi, M. N., Asaad, S. M., & Elgendi, M. (2024). Towards cleaner desalination systems utilizing waste heat: A bibliometric analysis. *International Journal of Thermofluids*, 24, 100958. <https://doi.org/10.1016/J.IJFT.2024.100958>
- Alonso, S., & Zuluaga, N. (2021). ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LA DESERCIÓN ESTUDIANTIL UNIVERSITARIA APLICANDO TEORÍA DE RESTRICCIONES. Strategies to reduce university student dropout by applying theory of restrictions. In *Publicación anual*. | (Vol. 1, Issue 3).
- Añapa Cimarrón, H., Solís Clavijo, J., & Chalá Cuadros, J. (2023). Vista de Análisis de almacenamiento y su incidencia en el inventario de la empresa “La casa del sombrero” Santo Domingo, 2023. *Ideas y Voces*, 3(2), 573–602. <https://ciciap.org/ideasvoces/index.php/BCIV/article/view/97/92>
- Ángel, M., Romero, M., Raul, D., Tiza, H., Patricio, J., Murillo, M., Oved, D., Cervantez, O., & Izundegui Ordóñez, G. (2023). Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo. In *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú* (1era Edición). Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/INUDI.B.105>
- Angulo Guerrero, R. J., & García Camacho, D. J. (2023). Optimización de procesos de producción mediante el uso de algoritmos genéticos. *Revista Ingeniería*, 7(18). <https://doi.org/10.33996/REVISTAINGENIERIA.V7I18.109>

- Arias Gonzáles, J. L. (2021). Guía para elaborar la operacionalización de variables. *Revista Espacio I+D Innovación Más Desarrollo*, *X*(28), 42–56. <https://doi.org/10.31644/IMASD.28.2021.a02>
- Barreras, I. Z. (2022). La mejora continua: Elemento de competitividad empresarial. *Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación*, *9*(17). <https://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/253>
- Bieńkowska, J., & Sikorski, C. (2024). Integrating qualitative and quantitative methods: a balanced approach to management research. *Eastern Journal of European Studies*, *15*(1), 345–360. <https://doi.org/10.47743/ejes-2024-0115>
- Bokor, B., Seiringer, W., & Altendorfer, K. (2024). Integrating Simulation Budget Management into Drum-Buffer-Rope: A Study on Parametrization and Reducing Computational Effort. *ArXiv*, *2*. <https://arxiv.org/abs/2402.14832v2>
- Camacho Angulo, M., Banchón Jiménez, S., Barcia Villacreses, K. F., & Allauca Amaguaya, M. (2023). Aplicación de la teoría de restricciones en un proceso productivo con enfoque a la industria 4.0. *RECIAMUC*, *7*(2), 281–304. [https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/7.\(2\).ABRIL.2023.281-304](https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/7.(2).ABRIL.2023.281-304)
- CFN. (2023). *Actividades relacionadas a la captura; Actividades relacionada a la manufactura; Actividades relacionada a la venta*. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-3-trimestre/Ficha-Sectorial-Pesca.pdf>
- Cox, J. F., & Boyd, L. H. (2020). Using the theory of constraints' processes of ongoing improvement to address the provider appointment scheduling system design problem. *Health Systems*, *9*(2), 124–158. <https://doi.org/10.1080/20476965.2018.1471439>
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). Investigación: fundamentos y metodología. In M. Nuñez Viquez (Ed.), *Investigación. Fundamentos y metodología* (Segunda Edición). Pearson Educación. <https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf>

- Ekleş, E., & Ay Türkmen, M. (2022). Integrating the Theory of Constraints and Six Sigma: Process Improvement Implementation. *Istanbul Business Research*, 0(0), 123–147. <https://doi.org/10.26650/IBR.2022.51.938481>
- Elmas, Y., Yüregir, H. O., & Yılmaz, E. (2023). A Decision Support System Based on the Integration of a Theory of Constraints and Strategic Management Tools for the Selection of Product Mixes. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/app132212191>
- Espín-Guerrero, R., Taolombo-Rojas, B., Moyolema-Chaglla, Á., & Altamirano-Salazar, A. (2022). Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmecánica. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 5(2), 33–57. <https://doi.org/10.37135/NS.01.10.03>
- Fiallos, G. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2491–2509. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.466
- FILHO, J. K. R. L., SOUZA, F. B. DE, IKEZIRI, L. M., & FILHO, I. R. (2024). ANÁLISE DOS MÉTODOS DRUM-BUFFER-ROPE E BUFFER MANAGEMENT POR MEIO DE SIMULAÇÃO DE UM JOGO DE DADOS. *Anais Do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. https://doi.org/10.14488/ENEGEP2024_TN_WG_411_2015_47255
- Flores Aguilar, J., & Terán Cazares, M. M. (2022). VALIDEZ DE CONTENIDO DE JUICIO POR EXPERTOS EN INSTRUMENTO PARA MEDIR LA INFLUENCIA DE FACTORES PSICOSOCIALES EN EL ESTRÉS ORGANIZACIONAL EN EMPRESAS DEL GIRO HOTELERO. *Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*, 9(3), 219–231. <https://doi.org/10.46677/COMPENDIUM.V9I3.1130>
- Francisco, G. M., Carlos Manuel, A. M., Neicer, C. V., & Angela Giovana, M. C. (2022). Theory of Constraints and the impact on the management of operations in the industrial sector in Perú, 2022. *Proceedings of the LACCEI International Multi-*

Conference for Engineering, Education and Technology, 2022, 2022.
<https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.107>

- Fuentes-del-Burgo, J., Fernández, J. P. R., Gascueña, N. V., & Navarro-Astor, E. (2023). Gestión de proyectos por el Método de la Cadena Crítica. Comparativa de procedimientos de dimensionado del buffer de proyecto. *South Florida Journal of Development, 4*(1), 2–32. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n1-001>
- Govoni, H., de Souza, F. B., Castro, R. F., de Souza Rodrigues, J., & Pires, S. R. I. (2021). Analysis of production resources improvement strategies in make-to-stock environments managed by the simplified drum-buffer-rope system. *Gestao e Producao, 28*(4). <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2021v28e55>
- Guananga Díaz, F. R., Muyulema Allaica, J. C., Rodríguez Sevilla, D. I., & Guananga Rodríguez, B. G. (2020). La teoría de restricciones (TOC) y su incidencia en los costos de producción. Caso empresa MIVIRN de Riobamba-Ecuador. *ConcienciaDigital, 3*(3.1), 285–306. <https://doi.org/10.33262/CONCIENCIADIGITAL.V3I3.1.1395>
- Gulsen, A., & Saime, T. (2022). Determining the optimal product mix in multiple constraints manufacturing environment: an application in the textile industry. *Industria Textil, 73*(5), 564–573. <https://doi.org/10.35530/IT.073.05.202125>
- Hernández, C. E., & Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Revista Alerta, 2*(1), 75–79. <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>
- Hernández Lalinde, J. D., Espinosa Castro, F., Rodríguez, J. E., Chacón Rangel, J. G., Toloza Sierra, C. A., Arenas Torrado, M. K., Carrillo Sierra, S. M., & Bermúdez Pirela, V. J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica, 37*(5). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Hernandez Palma, H. G., Solórzano Movilla, J., & Jinete Torres, J. (2020). La Teoría de restricciones para los procesos de gestión y control en las IPS del Caribe Colombiano. *Investigación e Innovación En Ingenierías, 54–68.* <https://doi.org/10.17081/invinno.8.1.3624>

- Hernández Sampieri, R., Feránadez Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la investigación. In *Metodología de la investigación* (6ta Edición). McGraw Hill España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008&info=resumen&idioma=SPA>
- Hernández Siampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera). McGraw-Hill Education.
- Hidalgo-Pozzi, R. H., Alamo-Larrañaga, K., Rojas-Vela, J., Ruiz-Correa, S., González-Alegría, L., & Reátegui-Reátegui, M. L. (2024). OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LOS MODELOS DE NEGOCIO. REVISIÓN SISTEMÁTICA OPTIMIZATION OF PROCESSES IN THE ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF BUSINESS MODELS. SYSTEMATIC REVIEW. *Bibliotecas, Anales de Investigación*, 20(2). <https://doi.org/https://doi.org/0000-0003-4474-8371>
- KARAKOÇ, M., & ŞIK, E. (2021). Theory of constraints: The application of wine production facility. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 378–395. <https://doi.org/10.25287/OHUIIBF.703440>
- Kefe, I., & Taniş, V. N. (2023). The Integration of the Theory of Constraints and the Time-Driven Activity-Based Costing System for the Improvement of Production Processes in an SME. *Revista de Contabilidad-Spanish Accounting Review*, 26(1), 3–13. <https://doi.org/10.6018/rcsar.413411>
- Landaeta Mendoza, C. J. (2024). Manual: Proceso de Validación de Instrumentos de Investigación Científica. In *Universidad Privada San Francisco de Asís* (1st ed., Vol. 1). Universidad Privada San Francisto de Asís. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.13386307>
- Lara, G., & Jurado, R. A. (2023). Análisis y propuesta de mejora en el proceso de producción de yogur griego de una empresa peruana mediante herramientas Lean (5S). *Ingeniería Industrial*, 44, 37–63. <https://doi.org/10.26439/ING.IND2023.N44.6234>

- Levovnik, D., Aleksić, D., & Gerbec, M. (2025). Exploring the research on managers' safety commitment through the prism of leadership. Part 1: A bibliometric analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 94, 105527. <https://doi.org/10.1016/J.JLP.2024.105527>
- Lizarralde-Aiasturi, A., Apaolza-Perez, U., & Mediavilla-Guisasola, M. (2020). A strategic approach for bottleneck identification in make-to-order environments: A drum-buffer-rope action research based case study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 13(1), 18–37. <https://doi.org/10.3926/jiem.2868>
- Lohr, S. L. (2021). *Sampling : Design and Analysis* (3rd Edition, Vol. 1). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9780429298899>
- López Díaz, N., López Bastida, E., Banguela Pérez, I., & Suárez García, J. (2021). Principales análisis para la toma de decisiones en las producciones agropecuarias. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 233–242. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000300233&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Mancilla Barillas, M. R. (2024). Midiendo la realidad: El papel de las variables en la investigación científica. *Revista Docencia Universitaria*, 5(2), 51–68. <https://doi.org/10.46954/revistadusac.v5i2.79>
- Marcial, P. E. M., & Méndez, M. M. S. (2022). Optimización de procesos de producción en medianas empresas del sector textil. *RECIAMUC*, 6(1), 226–234. [https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/6.\(1\).ENERO.2022.226-234](https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/6.(1).ENERO.2022.226-234)
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. <https://doi.org/10.35622/INUDI.B.080>
- Mendoza, S. H., & Avila, D. D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51–53. <https://doi.org/10.29057/ICEA.V9I17.6019>

- MonMiFish S.A. (n.d.). Retrieved June 9, 2025, from https://www.monmifish.com.ec/?product_cat=pescados
- Morales Londoño, N., Carrillo Landarzabal, M. S., & Castillo Salgado, B. L. (2020). Propuesta metodológica en la implementación del enfoque itls para la contribución a la calidad y a la mejora continua. *SIGNOS - Investigación En Sistemas de Gestión*, *12*(2). <https://doi.org/10.15332/24631140.5940>
- Moran Reyes, C. (2022). *Sistema de control de inventario en la ferretería Lopezmar* [Universidad Católica Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/19435/1/T-UCSG-PRE-ESP-CC-4.pdf>
- Neisyafitri, R. J., Ongkunaruk, P., & Ongcunaruk, W. (2023). Productivity Improvement Based on the Theory of Constraint and Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify for Chilled Beef Production in Indonesia. *Management and Production Engineering Review*, *14*(2), 111–123. <https://doi.org/10.24425/mper.2023.146028>
- Nishimura, F. K., Dolci, P. C., & Brambilla, F. R. (2023). Rentabilidade por produto em uma empresa de injeção plástica: aplicação da teoria das restrições e contabilidade de ganhos. *Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, *14*(8), 14132–14168. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i8.2659>
- Novapesca S.A. (n.d.). Retrieved June 9, 2025, from <https://novapesca.ec/botellita.html>
- Orue, A., Lizarralde, A., Amorrotu, I., & Apaolaza, U. (2021). Theory of constraints case study in the make-to-order environment. *Journal of Industrial Engineering and Management*, *14*(1), 72–85. <https://doi.org/10.3926/jiem.3283>
- Orue, A., Lizarralde, A., Apaolaza, U., & Amorrortu, I. (2023). Designing the Process for Implementing Step Three of the Theory of Constraints in a Make-To-Order Environment: Integrating Sales and Operation Planning. *Journal of Industrial Engineering and Management*, *16*(2), 205–214. <https://doi.org/10.3926/jiem.5127>

- Parra, D. B., Murrieta Domínguez, F., & Cortes Herrera, C. A. (2020). Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. *Ciencia Administrativa*, 1. <https://orcid.org/0000-0001-5245-909X>
- Pegoraro, F., Da Silva, S., Gomes, S. T. M., Borges, J. C. M., De Sousa, S. F., De Melo, M. P., Rank, R. C. I. C., & Poletto, K. Q. (2023). Aplicação dos cinco passos da melhoria contínua da teoria das restrições em uma indústria de cal. *Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, 14(2), 2576–2592. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i2.1731>
- Pelegrín Rodríguez, A., Reyes Hernández, I., Pompa Ríos, L., Gámez Azaharez, Y., Álvarez Rodríguez, J., & Dupotey Varela, N. (2016). Diseño y validación de un cuestionario para la determinación de necesidades educativas en pacientes. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 47(1), 77–96. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57956609007>
- Pérez-Pravia, M. C., Pupo-Alarcón, N., & Vega-De la Cruz, L. (2023). Maturity Model of Management of Physical Constraints. *Economía y Negocios*, 14(02), 96–113. <https://doi.org/10.29019/eyn.v14i2.1212>
- Pico, R., & Cevallos, ; R. (2021). LA TEORÍA DE RESTRICCIONES INTEGRADA EN LOS SISTEMAS ERP Y LA TOMA DE DECISIONES GERENCIALES INTEGRATION OF THE (TOC) IN THE ERP SYSTEMS AND ITS IMPACT ON MANAGEMENT DECISION MAKING. In *Journal Business Science* (Vol. 2). https://revistas.ulead.edu.ec/index.php/business_science LicenciadeCreative Commons
- Prodismar S.A.S.* (2022). <https://prodismar.co/producto/pescado-sierra-domicilio/>
- Psarommatis, F., Sousa, J., Mendonça, J. P., & Kiritsis, D. (2022). Zero-defect manufacturing the approach for higher manufacturing sustainability in the era of industry 4.0: a position paper. *International Journal of Production Research*, 60(1), 73–91. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1987551>
- Ramírez Méndez, G., Magaña Medina, D., & Ojeda López, R. (2022). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción

científica. *TRASCENDER, CONTABILIDAD Y GESTIÓN*, 7(20 mayo-agosto), 189–208. <https://doi.org/10.36791/TCG.V8I20.166>

Rodríguez, O. L. (2021). La teoría de restricciones, como fuentes de crecimiento empresarial The theory of restrictions, as sources of business growth. *Universidad Libre de Barranquilla*, 29.

Rodriguez, S. (2021). Towards Effective Supply Chain Collaboration: TOC-based Approach to Identify and Address Core Conflicts. *Latitude*, 2(14), 110–131. <https://doi.org/10.55946/LATITUDE.V2I14.168>

Romero Rojas, J., Ortiz Triana, V., & Caicedo Rolón, Á. (2019). La Teoría de Restricciones y la Optimización como Herramientas Gerenciales para la Programación de la Producción. Una Aplicación en la Industria de Muebles. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 27, 74–90. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.2964>

Salinas, J., & Romero, J. (2024). Teoría de restricciones (TOC) como metodología dinámica de mejora continua en líneas de producción automotrices. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 11(22), 1–10. <https://doi.org/10.29057/ICBI.V11I22.10901>

Schoonenboom, J., & Johnson, R. B. (2017). How to Construct a Mixed Methods Research Design [Wie man ein Mixed Methods-Forschungs-Design konstruiert]. *Kolner Zeitschrift Fur Soziologie Und Sozialpsychologie*, 69, 107–131. <https://doi.org/10.1007/s11577-017-0454-1>

Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to Do a Systematic Review: A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews, Meta-Analyses, and Meta-Syntheses. *Annu. Rev. Psychol*, 70, 747–770. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418>



Skoogh, A., Thürer, M., Subramaniyan, M., Matta, A., & Roser, C. (2023). Throughput bottleneck detection in manufacturing: a systematic review of the literature on methods and operationalization modes. *Production and Manufacturing Research*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/21693277.2023.2283031>

- Slater, P., & Hasson, F. (2024). Quantitative Research Designs, Hierarchy of Evidence and Validity. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 0, 1–5. <https://doi.org/10.1111/JPM.13135>
- Thürer, M., Fernandes, N. O., & Stevenson, M. (2022). Production planning and control in multi-stage assembly systems: an assessment of Kanban, MRP, OPT (DBR) and DDMRP by simulation. *International Journal of Production Research*, 60(3), 1036–1050. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1849847>
- Tomaszewska, K. (2023). Comparative Simulation of the Production Flow with the Implementation of Kanban and DBR. *Management and Production Engineering Review*, 14(2), 79–87. <https://doi.org/10.24425/mper.2023.146025>
- Tsai, W. H., Chen, H. C., Chang, S. C., & Chan, K. C. (2024). Revolutionizing Textile Manufacturing: Sustainable and Profitable Production by Integrating Industry 4.0, Activity-Based Costing, and the Theory of Constraints. *Processes*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/pr12112311>
- Tuapanta Dacto, J. V., Duque Vaca, M. A., & Mena Reinoso, A. P. (2017). Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en Docentes Universitarios. *Revista MktDescubre*, 10, 37–48.
- Urban, W., & Rogowska, P. (2020). Methodology for bottleneck identification in a production system when implementing TOC. *Engineering Management in Production and Services*, 12(2), 74–82. <https://doi.org/10.2478/emj-2020-0012>
- Ureña-Villamizar, Y. C., Henao-Gómez, M. A., Vargas-Velásquez, O. A., Ramírez-Ramírez, J. R., & Fernández-Nieto, E. L. (2024). Ma-Tecn: Modelo Innovador para Fomentar Competencias Lógico-Matemáticas. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 12(2), 63–74. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3781>
- Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, É. (2022). Técnicas e instrumentos recolección de datos cuali-cuantitativos. In *Ediciones Clío - Libros y Colecciones* (1era Edición). Ediciones Clío - Libros y Colecciones. <https://libros.edicionesclio.com/index.php/inicio/catalog/book/122>

- Vargas, M. G., Galeano Higueta, C., & Jaramillo Muñoz, A. (2015). EL ESTADO DEL ARTE: UNA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423–442.
- Villegas, J. T. G., Ríos, M. L. S., Villegas, E. O. G., & Saucedo, C. L. C. (2023). Teoría de restricciones en el mejoramiento de procesos productivos. *STUDIES IN MULTIDISCIPLINARY REVIEW*, 4(1), 02–13.
<https://doi.org/10.55034/SMRV4N1-001>
- Zambrano, D., Soto, L. E., & Ugalde, J. (2021). Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Polo Del Conocimiento*, 6, 398–411.
<https://doi.org/10.23857/pc.v6i11.3277>

ANEXOS

Anexo A. Instrumento para la recolección de datos

		FACULTAD CIENCIAS DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL				
CUESTIONARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
Área/Proceso:						
Sexo: Masculino () Femenino ()						
Edad: () años						
<p>Instrucciones: Este cuestionario ha sido diseñado con fines académicos y está dirigido al personal operativo de la empresa. Su aplicación facilitará la recolección de datos para el desarrollo del proyecto de tesis titulado: “Optimización De Línea De Producción Aplicando La Teoría De Restricciones En La Empresa Koledsa S.A., Cantón La Libertad, Ecuador”. Lea atentamente las preguntas y seleccione la respuesta según su criterio, todas las respuestas serán anónimas.</p>						
Ítems				Escala		
				1. Si	2. Tal vez	3. No
1	¿Conoce cuál es el proceso que más demora en la producción?					
2	¿Conoce usted cuánto tiempo suelen estar los productos en el proceso más lento?					
3	¿Conoce usted con qué frecuencia está funcionando el proceso que más limita la producción?					
4	¿Considera que es óptima la cantidad de productos producidos por estación?					
5	¿Considera que todos los procesos están subordinados al ritmo del recurso restrictivo?					
6	¿Considera que se ajustan los tiempos de trabajo para no adelantar ni atrasarse con el cuello de botella?					
7	¿Conoce si se han hecho mejoras o cambios para que esa parte lenta del proceso trabaje mejor o más rápido?					
8	¿Considera que, después de la mejora, se trabaja más rápido esa parte lenta del proceso?					
9	¿Se revisan frecuentemente los resultados o problemas del proceso productivo?					
10	¿Conoce si se realizan reportes o informes para proponer mejoras en la producción?					
11	¿Tiene conocimiento de cuántos productos se fabrican por hora normalmente?					
12	¿Se logra cumplir con la cantidad planificada de producción diaria?					
13	¿Considera que es óptimo el tiempo de producción que tarda un producto en fabricarse desde el inicio hasta el final?					
14	¿Cree usted que ese tiempo de producción ha mejorado después de hacer cambios en la producción?					
15	¿Conoce la cantidad de inventarios que están en proceso al mismo tiempo durante un turno?					
16	¿Considera que la cantidad de inventario en proceso ha disminuido después de mejorar la producción?					
17	¿Conoce si los pedidos se entregan a tiempo, como se prometió al cliente?					
18	¿Considera que los retrasos de pedidos se deben a las fallas en la producción?					
19	¿Las máquinas operan sin tiempos muertos durante la jornada laboral?					
20	¿Considera que los operarios están ocupados en tareas productivas durante toda la jornada?					

Anexo B. Matriz referencial de información

Nº	Autor(es)	Título	Enfoque y diseño	Objetivos	Resultados
1	(Psaromma et al., 2022)	Zero-defect manufacturing the approach for higher manufacturing sustainability in the era of industry 4.0:a position paper	Argumentativo o. Enfoque cualitativo	Brindar una mejor comprensión del zero defect manufacturing (ZDM), explicar beneficios y oportunidades de la aplicación de este enfoque.	La investigación concluye que el enfoque ZMD se caracteriza por ser un método holístico, que mediante la aplicación de técnicas correctivas, preventivas y predictivas brinda mayor sostenibilidad en la producción.
2	(Thürer et al., 2022)	Production Planning and Control in Multi-Stage Assembly Systems: An Assessment of Kanban, MRP, OPT (DBR) and DDMRP by Simulation	Cuantitativo - Experimental	Evaluar el rendimiento de sistemas de planificación y control de producción, y definir factores que inciden en la decisión de cual sistema de PPC aplicar.	A partir de la simulación se logró determinar que la complejidad de los cuellos de botella influye en el desempeño del sistema PPC, evidenciando que su aplicación va a depender de varios factores debido a que no existe un sistema universal.
3	(Urban & Rogowska, 2020)	Methodology for bottleneck identification in a production system when implementing TOC	Cualitativo. Diseño conceptual	Analizar métodos de identificación de cuellos de botellas y con base en ello diseñar una metodología generalizada.	Se desarrolló una metodología de identificación de cuellos de botella basándose en indicadores de operación y algoritmos matemáticos.
4	(Lizarralde -Aiastru et al., 2020)	A Strategic Approach for Bottleneck Identification in Make To Order Environments: A Drum Buffer Rope Action Research Based Case Study	Enfoque mixto	Proporcionar un enfoque estratégico para la identificación y explotación de cuellos de botella en los sistemas de producción por encargo.	Aplicar TOC – DBR en el caso de estudio permitió alcanzar resultados enfocados en la actividad comercial, generando beneficios en las gestiones operacionales y aumentando la rentabilidad de la empresa.
5	(Skoogh et al., 2023)	Throughput bottleneck detection in manufacturing: a systematic review of the literature on methods and operationalization modes	Enfoque cualitativo - cuantitativo	Identificar métodos existentes de detección de cuellos de botella mediante un rsl y brindar criterios para la selección de cada método.	Se identificaron 14 métodos de detección de cuellos de botella los cuales se clasificaron mediante el tipo de medición, y se determinó tres modos de aplicación.

6	(Orue et al., 2021)	Theory of Constraints Case Study in the Make-to-Order Environment	Enfoque exploratorio y descriptivo.	Establecer factores que inciden en la aplicación del tercer paso de la TOC, subordinación del sistema al cuello de botella.	Mediante el análisis del estudio de caso se determinó que el factor que incide al momento de subordinar el sistema a un cuello de botella es la capacidad protectora de los recursos no restrictivos.
7	(Govoni et al., 2021)	Analysis of production resources improvement strategies in make-to-stock environments managed by the simplified drum-buffer-rope system	Enfoque cuantitativo. Diseño experimental	Evaluar los distintos métodos de mejorar los recursos productivos a través de una simulación por computadora.	A partir de los resultados de las investigaciones y simulaciones se logró evidenciar que, para aumentar las ganancias de rendimiento, la decisión acerca de la selección del método de identificación del cuello de botella debe basarse en el recurso con mayor utilización.
8	(Morales Londoño et al., 2020)	Propuesta metodológica en la implementación del enfoque itls para la contribución a la calidad y a la mejora continua	Cualitativo - Exploratorio.	Brindar un método práctico para la aplicación del modelo de integración itls, de tal manera que su implementación garantice calidad y mejora continua.	El estudio presentó una serie de herramientas de apoyo en relación a los siete pasos para la aplicación del modelo de gestión ITLS.
9	(Neisyafitri et al., 2023)	Productivity Improvement Based on the Theory of Constraint and Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify for Chilled Beef Production in Indonesia	Cuantitativo - Experimental	Mejorar la productividad de una línea de producción comparando técnicas como, cálculo y simulación de tiempo estándar.	Los resultados obtenidos del primer método propuesto fue la mejora de la eficiencia al 67,1% y reducción del tiempo del ciclo de 20.25 a 17.35 s. Mientras que el segundo método alcanzó una eficiencia del 79,7% y un tiempo de ciclo de 10,13 s.
10	(Orue et al., 2023)	Designing the Process for Implementing Step Three of the Theory of Constraints in a Make-To-Order Environment: Integrating Sales and Operation Planning	Cualitativo. Diseño exploratorio - descriptivo	Desarrollar un procedimiento para la aplicación del tercer paso de la TOC-DBR.	El estudio de caso dio como resultado la mejora del proceso sistemático de aplicación del tercer paso de la metodología TOC-DBR

11	(Tsai et al., 2024)	<p>Revolutionizing Textile Manufacturing: Sustainable and Profitable Production by Integrating Industry 4.0, Activity-Based Costing, and the Theory of Constraints</p>	<p>Enfoque cuantitativo.</p>	<p>Optimizar la producción textil mediante la integración de TOC, Industria 4.0 y ABC.</p>	<p>Mediante la aplicación del modelo que integra los tres conceptos se logró reducir 15% de costos, aumentar 10% de rentabilidad y disminuir la huella ambiental.</p>
12	(Espín-Guerrero et al., 2022)	<p>Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmecánica</p>	<p>Cuantitativo - Experimental</p>	<p>Optimizar los procesos operativos a través de la aplicación de la teoría de restricciones.</p>	<p>Mediante la aplicación de la TOC – PLE se logró identificar y gestionar eficientemente las restricciones permitiendo optimizar la producción, cubrir la capacidad de la demanda y aumentar en un 12.91% la utilidad bruta.</p>
13	(Rodríguez, 2021)	<p>La teoría de restricciones, como fuentes de crecimiento empresarial</p>	<p>Enfoque cualitativo</p>	<p>Evidenciar la sinergia entre el modelo BSC y la metodología TOC para una correcta gestión estratégica y operativa.</p>	<p>Los resultados alcanzados evidencian que la integración de TOC y BSC permite mejorar resultados empresariales, ayuda a tomar decisiones estratégicas y mejora la flexibilidad de producción.</p>
14	(Guananga Díaz et al., 2020)	<p>La teoría de restricciones (TOC) y su incidencia en los costos de producción. Caso empresa MIVIRN de Riobamba-Ecuador</p>	<p>Cuantitativo - No experimental</p>	<p>Aplicar la Teoría de Restricciones para reducir costos de producción y mejorar la capacidad productiva, a partir de la identificación y gestión de los cuellos de botella.</p>	<p>La aplicación de la metodología TOC dio como resultado reducción de costos productivos 5.46% en producción de maquinaria concretera y 9.38% en elevadores, y aumentó la capacidad de producción de elevadores en un 125%.</p>

15	(Rodriguez, 2021)	Towards Effective Supply Chain Collaboration: TOC based Approach to Identify and Address Core Conflicts	Cualitativo - No experimental	Plantear un esquema conceptual de la aplicación de la TOC y desarrollar un modelo de red de cadenas de suministro que permita identificar y gestionar limitaciones en la misma.	Brinda un marco conceptual basándose en la TOC y nubes de evaporación que permite resolver dilemas presentes en cadenas de suministro.
16	(Kefe & Taniş, 2023)	The Integration of the Theory of Constraints and the Time-Driven Activity Based Costing System for the Improvement of Production Processes in an-SME	Cuantitativo - Cuasiexperimental	Integrar DABC y TOC para mejorar la ejecución del tercer paso de la TOC planteando soluciones que mejoren la limitación de capacidad.	La implementación de TOC y TDABC permitió identificar 2 cuellos de botella en la empresa manufacturera de estudio, esta integración facilitó el ajuste en la mezcla de productos y aumentar la capacidad. Siendo este un modelo de aplicación factible para empresas multi productos.
17	(Hernandez Palma et al., 2020)	Teoría de restricciones para los procesos de gestión y control en las IPS del Caribe Colombiano	Cuantitativo - No experimental	Identificar restricciones físicas y políticas que limitan la productividad y competitividad de las IPS en Barranquilla.	Se logró identificar que las restricciones físicas se centran en la infraestructura, materia prima y capital humano. Mientras que las restricciones políticas se enfocan en autoridad vertical, ausencia de métricas y baja colaboración.
18	(Villegas et al., 2023)	Teoría de restricciones en el mejoramiento de procesos productivos	Cuantitativo - Experimental	Diagnosticar los procesos de una Pyme mediante TOC para identificar y plantear soluciones a las oportunidades	La implementación de la teoría de restricciones permitió aumentar en un 41,98% las utilidades de la empresa, asimismo, un incremento del 13.5% en la eficiencia operativa. Esto se traduce en

19	(Salinas & Romero, 2024)	Teoría de restricciones (TOC) como metodología dinámica de mejora continua en líneas de producción automotrices	Enfoque cuantitativo	Optimizar la línea de producción mediante la aplicación de la metodología TOC y la medición del OEE.	de mejora identificadas dentro el sistema. mejora de la utilización del recurso restrictivo y ajuste de la mezcla de productos. Los resultados evidenciaron mejoras del 5% en cuanto al desempeño y alcanzar un 83.3% en disponibilidad en consecuencia a la aplicación sinérgica de TOC y OEE que permitió identificar el cuello de botella (operación CALOT).
20	(Nishimura et al., 2023)	Profitability by product in a plastic injection molding company: application of the theory of constraints and profit accounting	Enfoque mixto	Plantear un modelo de rentabilidad por producto a partir de TOC.	Se identificó la operación cuello de botella (fase de inyección) y se planteó un modelo basado en la TOC con el fin de medir la rentabilidad por producto. Los resultados de la aplicación mostraron una disminución en el costo de producción pasando de 1.56% a 3.55%, y un aumento del valor de sigma de 1.4 a 2.3. Esta integración de metodologías permitió gestionar y eliminar restricciones en la línea de producción.
21	(Ekleş & Ay Türkmen, 2022)	Integrating the Theory of Constraints and Six Sigma: Process Improvement Implementation	Enfoque mixto - No experimental	Establecer las soluciones mediante la aplicación de los pasos del modelo de integración de TOC y 6σ.	Los resultados de la aplicación mostraron una disminución en el costo de producción pasando de 1.56% a 3.55%, y un aumento del valor de sigma de 1.4 a 2.3. Esta integración de metodologías permitió gestionar y eliminar restricciones en la línea de producción.

22	(Fuentes-del-Burgo et al., 2023)	Gestión de proyectos por el Método de la Cadena Crítica. Comparativa de procedimientos de dimensionado del buffer de proyecto	Enfoque cuantitativo	Comparar los siete procedimientos de dimensionado de buffers en CCPM con el fin de optimizar cronogramas.	Los resultados de simulación de Montecarlo permitieron clasificar los procedimientos con base al tamaño del buffer y a la complejidad del uso.
23	(Alonso & Zuluaga, 2021)	Estrategias Para Disminuir La Deserción Estudiantil Universitaria Aplicando Teoría De Restricciones.	Enfoque mixto	Plantear estrategias basadas en la teoría de restricciones para disminuir la deserción estudiantil universitaria.	El estudio presenta hasta la etapa de metodología, por lo que aún no expone la discusión y conclusiones.
24	(Gulsen & Saime, 2022)	Determining the optimal product mix in multiple constraints manufacturing environment: an application in the textile industry	Enfoque mixto - No experimental	Describir cómo aplicar la TOC para determinar la mezcla optima de productos en entorno de restricciones múltiples en la industria textil.	El estudio evidencia que la aplicación de TOC es eficiente cuando existe una restricción, de existir más de un cuello de botella se necesita escenarios para impedir inviabilidad.
25	(Tomaszewska, 2023)	Comparative Simulation of the Production Flow with the Implementation of Kanban and DBR	Cuantitativo - Experimental	Comparar la efectividad de los métodos DBR y Kanban en la línea de producción mediante simulación por ordenador.	Mediante la simulación de ambos métodos (DBR y Kanban), se demostró que el método DBR es óptimo para gestionar cuellos de botellas, por otro lado, el Kanban brinda una mayor flexibilidad en diversos pedidos.
26	(Pegoraro et al., 2023)	Application of the five steps of the theory of constraints'	Cualitativo - Diseño exploratorio	Aplicar los cinco pasos de la teoría de restricciones para gestionar y mejorar la capacidad productiva en Fillerca.	Los resultados de la implementación de la TOC en la empresa de cal permitieron determinar que el horno era el cuello de

		continuous improvement in a lime industry			botella, por lo tanto, se logró optimizar la capacidad de los silos, pasando de 2.91 tonelada/h a 5.82 tonelada/h.
27	(Acuña Carbajal et al., 2023)	Aplicación de la teoría de restricciones para reducir los costos de los servicios de mantenimiento en una empresa de servicios navales	Cuantitativo - Aplicada	Implementar la TOC para disminuir los costos de servicio de mantenimiento de una empresa naval.	La aplicación de la metodología TOC dio como resultado reducción del costo de mantenimiento en un 49% (equivalente a S/ 98 782.86) y aumento de la capacidad operativa pasando de 9% a 67%.
28	(Camacho Angulo et al., 2023)	Aplicación de la teoría de restricciones en un proceso productivo con enfoque a la industria 4.0	Enfoque cuantitativo - Descriptivo	Aplicar la teoría de restricciones para plantear una propuesta de mejora de una línea de producción de tubos para hornos y grilles.	Los resultados obtenidos de este estudio consistieron en una reubicación de máquinas y un plan preventivo para reducir costos y aumentar la productividad en un 10%
29	(Elmas et al., 2023)	A Decision Support System Based on the Integration of a Theory of Constraints and Strategic Management Tools for the Selection of Product Mixes	Enfoque cuantitativo - cualitativo	Desarrollar un sistema sinérgico para la selección de mezcla de producto técnico - estratégico.	Los resultados se enfocaron en el desarrollo de un DSS (sistema de soporte a decisiones), este integra la combinación de TOC y AHP (proceso analítico jerárquico) con el fin de optimizar recursos y ganancias.
30	(Cox & Boyd, 2020)	Using the theory of constraints processes of ongoing improvement to address the provider appointment scheduling system design problem	Enfoque cualitativo	Diseñar un sistema de programación de citas para solucionar problemas de salud.	Los resultados de la aplicación de la TOC se centraron en un aumento del 25% de capacidad y reducción de no-shows de 20% a 2%

Anexo C. Validación de Instrumentos por Experto 1

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR EXPERTO N° 1

Nombre de instrumento: Cuestionario de la optimización de la línea de producción mediante la Teoría de Restricciones (TOC).

Objetivo: Conocer la percepción de los trabajadores sobre las herramientas de la Teoría de Restricciones y de la situación actual de los procesos productivos de la empresa.

Dirigido a: Trabajadores de la empresa Koledsa S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD

Grado académico del experto evaluador: Doctor en Ciencias Ambientales

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)

Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
X		

La Libertad, 5 de mayo del 2025



Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD

C.I: 0909254260

Experto 1

Anexo D. Validación de Instrumentos por Experto 2

Validación de instrumento por Experto N° 2

Nombre de instrumento: Cuestionario de la optimización de la línea de producción mediante la Teoría de Restricciones (TOC).

Objetivo: Conocer la percepción de los trabajadores sobre las herramientas de la Teoría de Restricciones y de la situación actual de los procesos productivos y de

Dirigido a: A trabajadores de la empresa Koledsa S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: Ing. Franklin Reyes Soriano, Mgtr.

Grado académico del experto evaluador:

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)


Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: 20 años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
✓		

La Libertad, 30 abril del 2025



Ing. Franklin Reyes Soriano, Mgtr

C.I: 0908335813

Experto 2

Anexo E. Validación de Instrumentos por Experto 3

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR EXPERTO N° 3

Nombre de instrumento: Cuestionario de la optimización de la línea de producción mediante la Teoría de Restricciones (TOC).

Objetivo: Conocer la percepción de los trabajadores sobre las herramientas de la Teoría de Restricciones y de la situación actual de los procesos productivos de la empresa.

Dirigido a: Trabajadores de la empresa Koledsa S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: Ing. Muñoz Bravo Richard Edison, MSc.

Grado académico del experto evaluador: Magíster en Sistemas Integrado de Gestión

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)

Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: 15 años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
✓		

La Libertad, 5 de mayo del 2025



Ing. Muñoz Bravo Richard Edison, MSc.

C.I: 0922584321

Experto 3

Anexo F. Validación de Instrumentos por Experto 4

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR EXPERTO N° 4

Nombre de instrumento: Cuestionario de la optimización de la línea de producción mediante la Teoría de Restricciones (TOC).

Objetivo: Conocer la percepción de los trabajadores sobre las herramientas de la Teoría de Restricciones y de la situación actual de los procesos productivos de la empresa.

Dirigido a: Trabajadores de la empresa Koledsa S.A.

Apellidos y nombres del evaluador: Ing. Alejandro Crisóstomo Veliz Aguayo, PhD

Grado académico del experto evaluador: Doctor en Ciencias Técnicas.

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)


Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: Más de 30 años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
X		

La Libertad, 5 de mayo del 2025



Ing. Alejandro Crisóstomo Veliz Aguayo, PhD

C.I: 0908182280

Experto 4

Anexo G. Resultados de puntuación por experto N° 1

FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL PROGRAMA/TALLER/MODELO																						
OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR																						
Indicadores	Criterios	Inadecuado				Medianamente adecuado				Adecuado				Muy adecuado				Totalmente adecuado				Observaciones
		0 - 20		21 - 40		41 - 60		61 - 80		81 - 100												
Aspectos de Validación		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Las sesiones están formuladas con lenguaje apropiado.																				97	
2. Objetividad	Las sesiones expresan conductas observables.																				100	
3. Actualidad	Las sesiones están adecuadas a las teorías, enfoques o modelos teóricos.																			95		
4. Organización	Existe organización lógica entre las sesiones.																				100	
5. Suficiencia	Las sesiones comprenden los aspectos necesarios a fortalecer.																				100	
6. Intencionalidad	Las sesiones valoran las dimensiones del tema.																				98	
7. Consistencia	Las sesiones están basadas en aspectos teóricos – científicos.																				100	
8. Coherencia	Las sesiones tienen relación con los indicadores de la variable independiente.																				98	
9. Metodología	Las sesiones responden al diseño de investigación metodológica.																				100	
10. Pertinencia	Las sesiones son útiles y adecuadas para modificar la variable dependiente.																				100	
INSTRUCCIONES: Esta ficha sirve para que el EXPERTO EVALUADOR evalúe la pertinencia y eficacia del programa que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.																						
La Libertad, 5 de mayo de 2025	PROMEDIO: 99 puntos (<i>Totalmente adecuado.</i>)																					
	Experto: Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD													 Firma del Experto 1								
	Profesión: Doctor en Ciencias Ambientales																					
	C.I: 0909254260																					
Celular: 0983178375																						

Anexo H. Resultados de puntuación por experto N° 2

FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL PROGRAMA/TALLER/MODELO																							
OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR																							
Indicadores	Criterios	Inadecuado				Medianamente adecuado				Adecuado				Muy adecuado				Totalmente adecuado				Observaciones	
		0 - 20				21 - 40				41 - 60				61 - 80				81 - 100					
Aspectos de Validación		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. Claridad	Las sesiones están formuladas con lenguaje apropiado.																				95		
2. Objetividad	Las sesiones expresan conductas observables.																					97	
3. Actualidad	Las sesiones están adecuadas a las teorías, enfoques o modelos teóricos.																					100	
4. Organización	Existe organización lógica entre las sesiones.																					100	
5. Suficiencia	Las sesiones comprenden los aspectos necesarios a fortalecer.																					94	
6. Intencionalidad	Las sesiones valoran las dimensiones del tema.																					100	
7. Consistencia	Las sesiones están basadas en aspectos teóricos – científicos.																					100	
8. Coherencia	Las sesiones tienen relación con los indicadores de la variable independiente.																					97	
9. Metodología	Las sesiones responden al diseño de investigación metodológica.																					97	
10. Pertinencia	Las sesiones son útiles y adecuadas para modificar la variable dependiente.																					100	
INSTRUCCIONES: Esta ficha sirve para que el EXPERTO EVALUADOR evalúe la pertinencia y eficacia del programa que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.																							
La Libertad, 5 de mayo de 2025		PROMEDIO: 98 puntos (<i>Totalmente adecuado</i>)																					
		Experto: Ing. Franklin Reyes Soriano, Mgtr																				 Firma del Experto 2	
		Profesión: Magíster en Sistemas Integrado de Gestión																					
		C.I.: 0908335813																					
		Celular: 0969789623																					

Anexo I. Resultados de puntuación por experto N° 3

FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL PROGRAMA/TALLER/MODELO																						
OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR																						
Indicadores	Criterios	Inadecuado				Medianamente adecuado				Adecuado				Muy adecuado				Totalmente adecuado				Observaciones
		0 - 20				21 - 40				41 - 60				61 - 80				81 - 100				
Aspectos de Validación		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Las sesiones están formuladas con lenguaje apropiado.																				96	
2. Objetividad	Las sesiones expresan conductas observables.																				95	
3. Actualidad	Las sesiones están adecuadas a las teorías, enfoques o modelos teóricos.																				100	
4. Organización	Existe organización lógica entre las sesiones.																				98	
5. Suficiencia	Las sesiones comprenden los aspectos necesarios a fortalecer.																				95	
6. Intencionalidad	Las sesiones valoran las dimensiones del tema.																				98	
7. Consistencia	Las sesiones están basadas en aspectos teóricos – científicos.																				100	
8. Coherencia	Las sesiones tienen relación con los indicadores de la variable independiente.																				100	
9. Metodología	Las sesiones responden al diseño de investigación metodológica.																				94	
10. Pertinencia	Las sesiones son útiles y adecuadas para modificar la variable dependiente.																				98	
INSTRUCCIONES: Esta ficha sirve para que el EXPERTO EVALUADOR evalúe la pertinencia y eficacia del programa que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.																						
La Libertad, 5 de mayo de 2025	PROMEDIO: 97 puntos (<i>Totalmente adecuado</i>)																					
	Experto: Ing. Muñoz Bravo Richard Edison, MSc											 Firma del Experto 3										
	Profesión: Magister en Sistemas Integrado de Gestión																					
	C.I: 0922584321																					
	Celular: 0997459379																					

Anexo J. Resultados de puntuación por experto N° 4

FICHA DE VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL PROGRAMA/TALLER/MODELO																							
OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR																							
Indicadores	Criterios	Inadecuado				Medianamente adecuado				Adecuado				Muy adecuado				Totalmente adecuado				Observaciones	
		0 - 20				21 - 40				41 - 60				61- 80				81 - 100					
Aspectos de Validación		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. Claridad	Las sesiones están formuladas con lenguaje apropiado.																				95		
2. Objetividad	Las sesiones expresan conductas observables.																					100	
3. Actualidad	Las sesiones están adecuadas a las teorías, enfoques o modelos teóricos.																					95	
4. Organización	Existe organización lógica entre las sesiones.																					97	
5. Suficiencia	Las sesiones comprenden los aspectos necesarios a fortalecer.																					100	
6. Intencionalidad	Las sesiones valoran las dimensiones del tema.																					100	
7. Consistencia	Las sesiones están basadas en aspectos teóricos – científicos.																					100	
8. Coherencia	Las sesiones tienen relación con los indicadores de la variable independiente.																					100	
9. Metodología	Las sesiones responden al diseño de investigación metodológica.																					100	
10. Pertinencia	Las sesiones son útiles y adecuadas para modificar la variable dependiente.																					100	
INSTRUCCIONES: Esta ficha sirve para que el EXPERTO EVALUADOR evalúe la pertinencia y eficacia del programa que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.																							
La Libertad, 5 de mayo de 2025	PROMEDIO: 99 puntos (<i>Totalmente adecuado</i>)																						
	Experto: Ing. Alejandro Crisóstomo Veliz Aguayo, PhD																	 Firma del Experto 4					
	Profesión: Doctor en Ciencias Técnicas.																						
	C.I: 0908182280																						
	Celular: 0996866782																						

Anexo K. Resultados de la ficha de validación por juicio de experto – V de Aiken

Resultados de Ficha de Validación por juicio de expertos - Cálculo de V de Aiken

Expertos	Indicadores										Suma	Promedio	Coeficiente V por expertos
	Claridad	Objetividad	Actualidad	Organización	Suficiencia	Intencionalidad	Consistencia	Coherencia	Metodología	Pertinencia			
E1	97	100	95	100	100	98	100	98	100	100	988	99	0.99
E2	95	97	100	100	94	100	100	97	97	100	980	98	0.98
E3	96	95	100	98	95	98	100	100	94	98	974	97	0.97
E4	95	100	95	97	100	100	100	100	100	100	987	99	0.99

Coeficiente V de Aiken general

0.98

Anexo L. Carta de aceptación para la recolección de datos



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



La Libertad, 10 de mayo del 2025

SOLICITUD PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Ing. Carlos Ledesma Prado

Administrador de Koledsa S.A.

Presente. –

De nuestra consideración:

Yo, **Villon Chancay Xavier Alejandro**, con cedula de ciudadanía N°: **0928073212** estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, ante Ud.

Respetuosamente presentamos y exponemos:

Que actualmente cursamos el último semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, misma que solicito de la manera más comedida, me permita proceder con el levantamiento de información necesaria para la realización del proyecto de tesis aprobado con el siguiente tema **“OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLED SA., CANTÓN LA LIBERTAD, ECUADOR”**

Culminando así los requisitos para la obtención de nuestro título profesional

Atentamente,

Villon Chancay Xavier Alejandro
C. I. 0928073212
Correo: xavier.villonchancay@upse.edu.ec
N°. teléfono: 0993300509

CARLOS LEDESMA PRADO
C. I. 0915497887
Administrador Koledsa S.A.

Anexo M. Tabulación de datos en el Software SPSS – 27

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 22 de 22 variables

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1
3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	3
4	2	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1
5	1	2	1	1	2	2	1	3	1	1	2	1	1	3	2
6	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
7	2	1	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1
8	1	1	3	2	2	3	2	2	2	1	1	1	2	2	1
9	1	3	1	2	2	3	1	3	1	2	1	2	2	2	1
10	2	1	1	3	2	2	2	2	1	1	1	1	3	2	2
11	1	1	1	3	2	3	2	2	1	1	1	2	2	2	1
12	1	1	1	3	3	3	1	3	1	1	2	2	2	3	1
13	1	2	2	3	3	3	2	3	1	1	1	2	3	2	2
14	1	1	2	3	3	3	2	3	1	1	2	1	3	2	1
15	1	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	1
16	1	3	1	3	3	3	3	3	1	2	1	1	3	3	1
17	3	3	2	3	3	2	3	2	3	1	2	2	3	1	2
18	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
19	3	1	2	3	3	3	3	3	2	3	3	1	3	1	3
20	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
21	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3
22															

Vista de datos Vista de variables

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ACTIVADO

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	P1	N Numérico	8	0	¿Conoce cuál e...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
2	P2	N Numérico	8	0	¿Conoce usted...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
3	P3	N Numérico	8	0	¿Conoce usted...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
4	P4	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
5	P5	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
6	P6	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7	P7	N Numérico	8	0	¿Conoce si se ...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
8	P8	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
9	P9	N Numérico	8	0	¿Se revisan fre...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	P10	N Numérico	8	0	¿Conoce si se ...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
11	P11	N Numérico	8	0	¿Tiene conoci...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
12	P12	N Numérico	8	0	¿Se logra cum...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
13	P13	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
14	P14	N Numérico	8	0	¿Cree usted qu...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
15	P15	N Numérico	8	0	¿Conoce la can...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
16	P16	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
17	P17	N Numérico	8	0	¿Conoce si los ...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
18	P18	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
19	P19	N Numérico	8	0	¿Las máquinas...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
20	P20	N Numérico	8	0	¿Considera que...	{1, S}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
21	VI	N Numérico	8	0			Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
22	VD	N Numérico	8	0			Ninguno	10	Derecha	Escala	Entrada
23											
24											

Vista de datos Vista de variables

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ACTIVADO

Anexo N. Obtención de Alfa de Cronbach en el Software SPSS

[ConjuntoDatos1] C:\Users\USER\OneDrive - Universidad Peninsula de Santa Elena\Escritorio\Trabajo de titulación\prueba 2.sav

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

Casos	Válido	N	%
	21	21	100,0
	Excluido ^a	0	,0
Total	21	21	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,922	20

```

COMPUTE VI=P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10.
EXECUTE.
COMPUTE VD=P11 + P12 + P13 + P14 + P15 + P16 + P17 + P18 + P19 + P20.
EXECUTE.
CORRELATIONS
/VARIABLES=VI VD
/PRINT=TWOTAIL NOSIG FULL
/MISSING=PAIRWISE.
    
```

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

IBM SPSS Statistics Processor está listo. Unico de:ACTIVADO

Anexo O. Correlación mediante Coeficiente de Pearson

Alfa de Cronbach	N de elementos
,922	20

```

COMPUTE VI=P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10.
EXECUTE.
COMPUTE VD=P11 + P12 + P13 + P14 + P15 + P16 + P17 + P18 + P19 + P20.
EXECUTE.
CORRELATIONS
/VARIABLES=VI VD
/PRINT=TWOTAIL NOSIG FULL
/MISSING=PAIRWISE.
    
```

Correlaciones

[ConjuntoDatos1] C:\Users\USER\OneDrive - Universidad Peninsula de Santa Elena\Escritorio\Trabajo de titulación\prueba 2.sav

		VI	VD
VI	Correlación de Pearson	1	,888**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	21	21
VD	Correlación de Pearson	,888**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	21	21

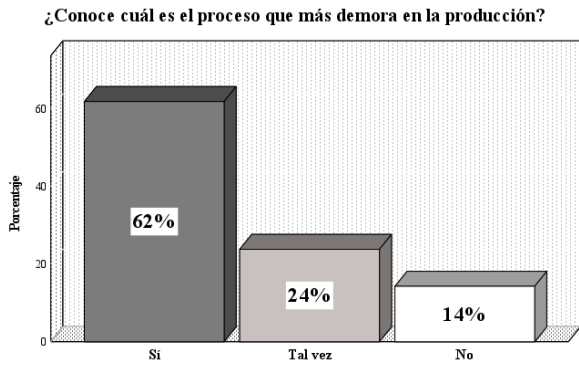
** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

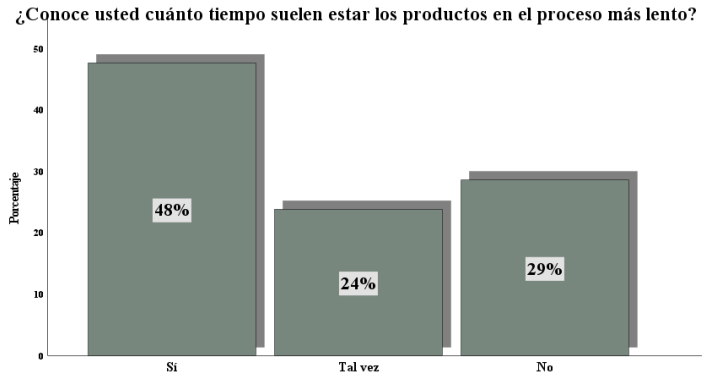
IBM SPSS Statistics Processor está listo. Unico de:ACTIVADO

Anexo P. Gráficas de los resultados del cuestionario

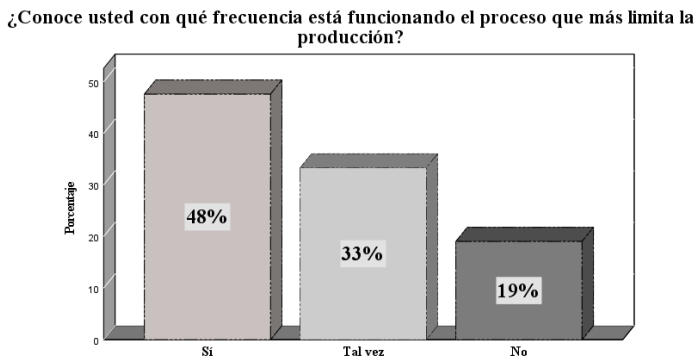
Ítem 1



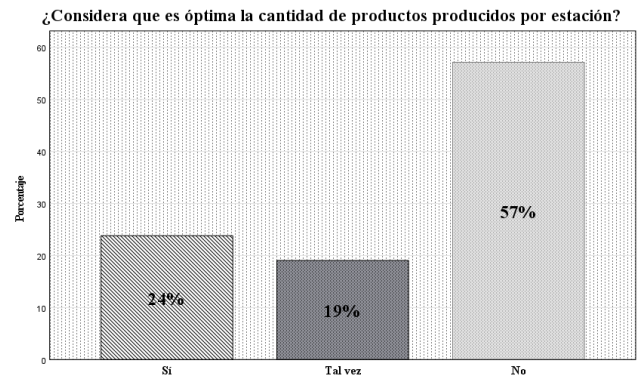
Ítem 2



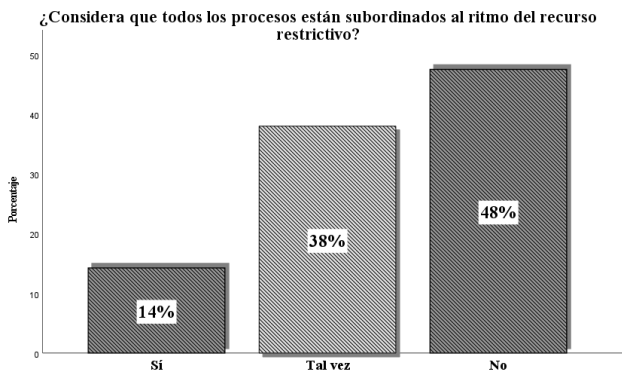
Ítem 3



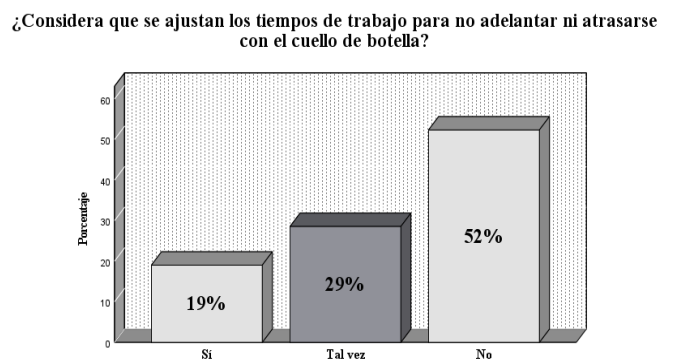
Ítem 4



Ítem 5

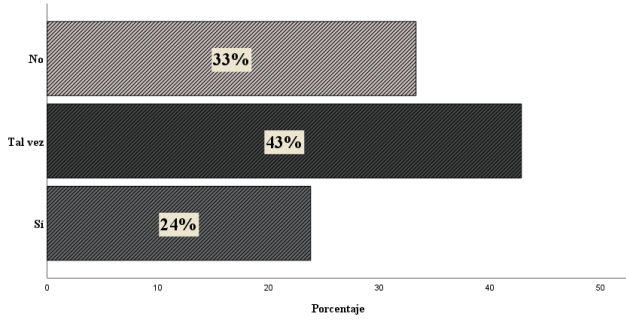


Ítem 6



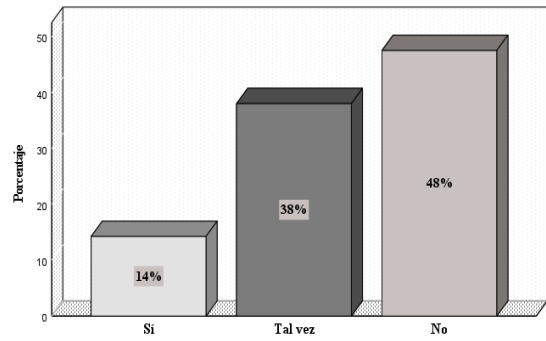
Ítem 7

¿Conoce si se han hecho mejoras o cambios para que esa parte lenta del proceso trabaje mejor o más rápido?



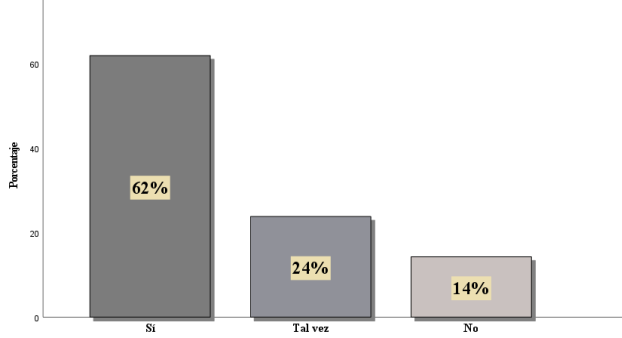
Ítem 8

¿Considera que, después de la mejora, se trabaja más rápido esa parte lenta del proceso?



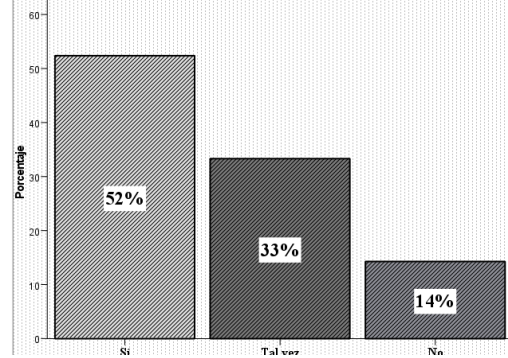
Ítem 9

¿Se revisan frecuentemente los resultados o problemas del proceso productivo?



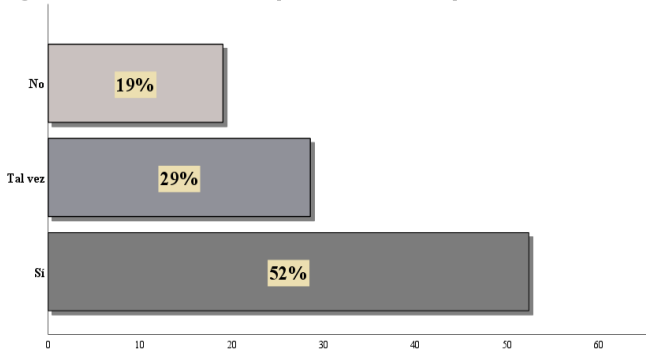
Ítem 10

¿Conoce si se realizan reportes o informes para proponer mejoras en la producción?



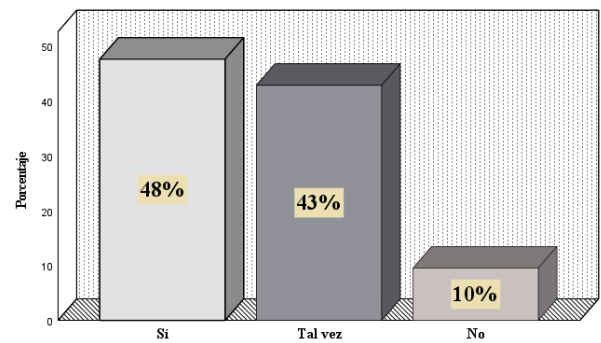
Ítem 11

¿Tiene conocimiento de cuántos productos se fabrican por hora normalmente?



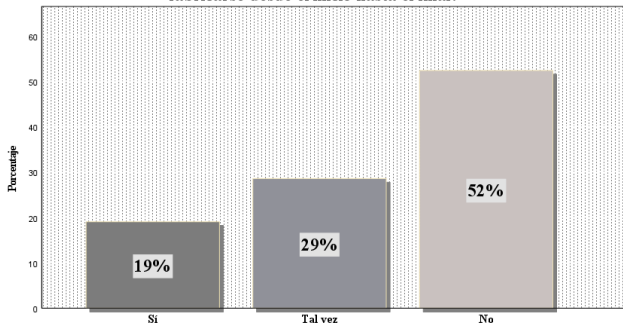
Ítem 12

¿Se logra cumplir con la cantidad planificada de producción diaria?



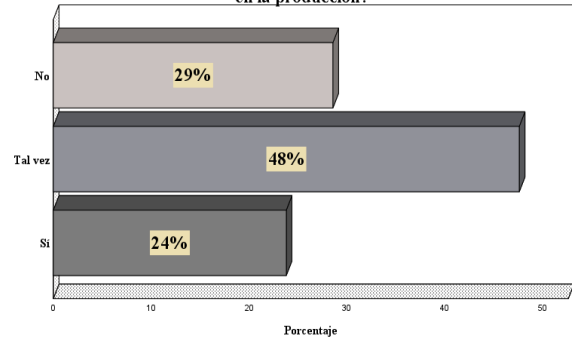
Ítem 13

¿Considera que es óptimo el tiempo de producción que tarda un producto en fabricarse desde el inicio hasta el final?



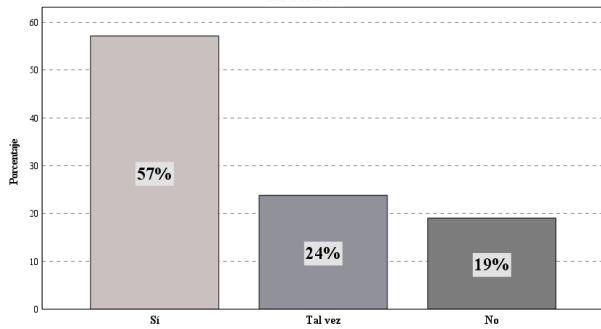
Ítem 14

¿Cree usted que ese tiempo de producción ha mejorado después de hacer cambios en la producción?



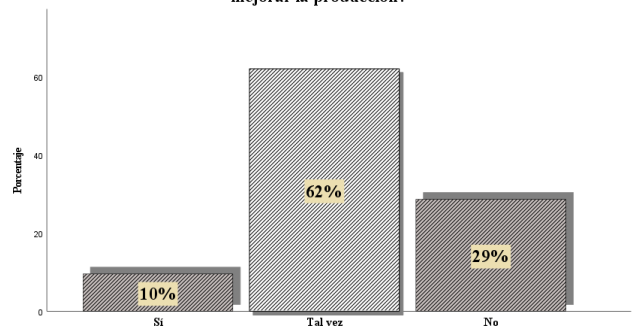
Ítem 15

¿Conoce la cantidad de inventarios que están en proceso al mismo tiempo durante un turno?



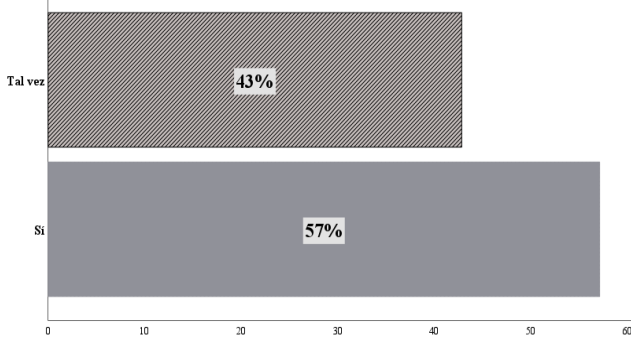
Ítem 16

¿Considera que la cantidad de inventario en proceso ha disminuido después de mejorar la producción?



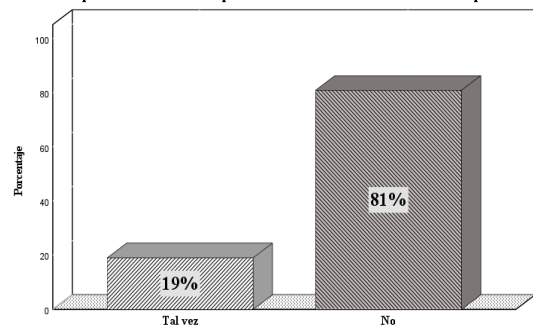
Ítem 17

¿Conoce si los pedidos se entregan a tiempo, como se prometió al cliente?



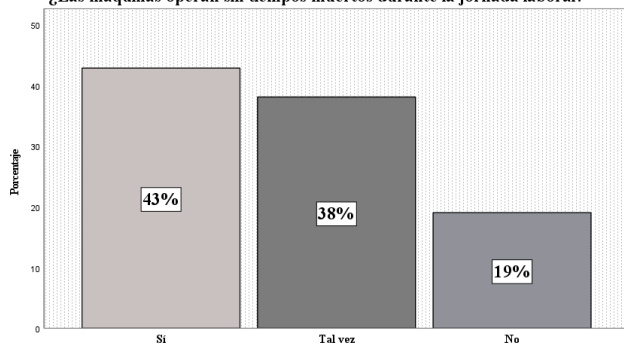
Ítem 18

¿Considera que los retrasos de pedidos se deben a las fallas en la producción?



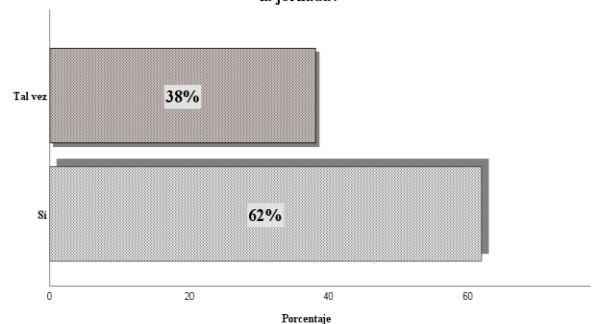
Ítem 19

¿Las máquinas operan sin tiempos muertos durante la jornada laboral?



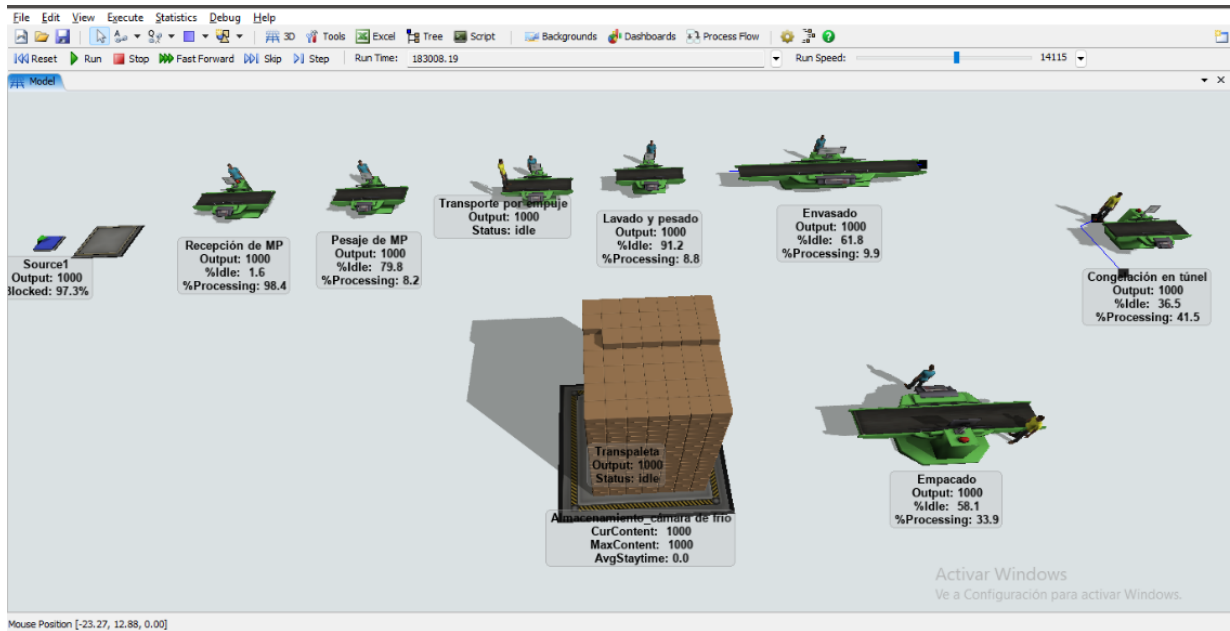
Ítem 20

¿Considera que los operarios están ocupados en tareas productivas durante toda la jornada?

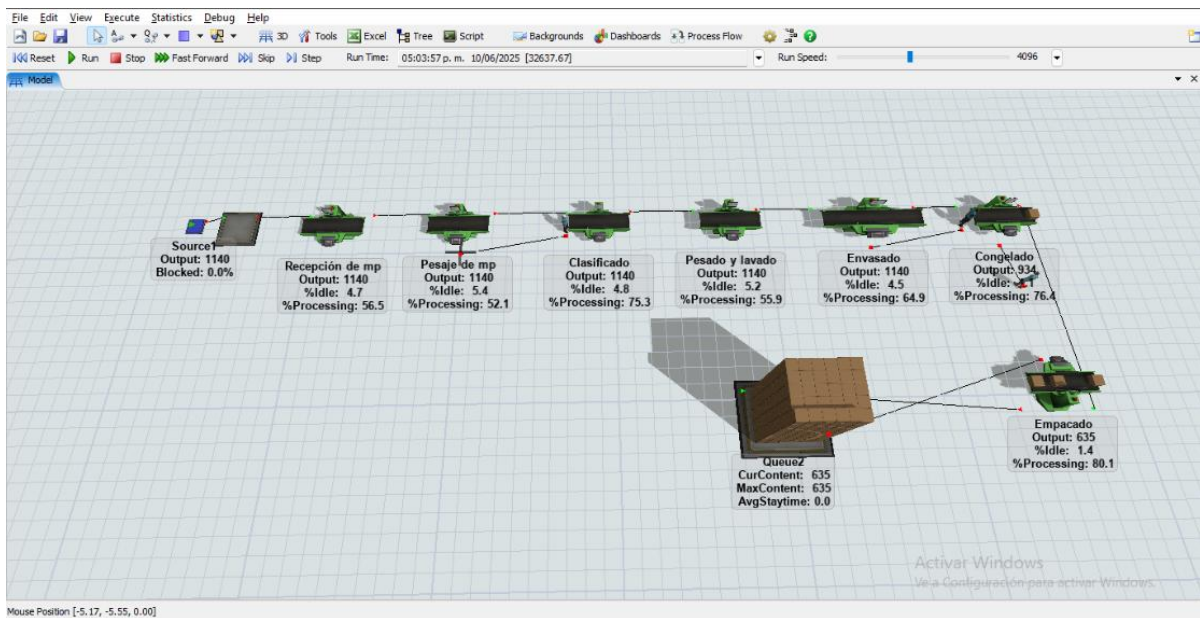


Anexo Q. Modelado en el Software FlexSim

Situación actual



Situación Propuesta



Anexo R. Carta de aceptación de Koledsa S.A.

KOLEDSA S.A.

La Libertad, 12 de Noviembre del 2024

Ingeniera,

Lucrecia Moreno Alcivar, Phd.

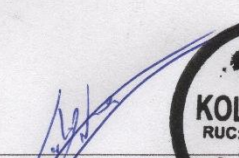
**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.**

Presente. –

De mi consideración:

Mediante la presente es grato dirigirme a usted a fin de saludarle muy cordialmente a nombre de la presente empresa **KOLEDSA S.A.**, y a la vez informar la aceptación respectiva para realizar el trabajo de titulación de investigación: **“OPTIMIZACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA KOLEDSA S.A., CANTÓN LA LIBERTAD, SANTA ELENA-ECUADOR”**, al estudiante **XAVIER ALEJANDRO VILLON CHANCAY** con número de cédula **0928073212**, egresado de la carrera de Ingeniería Industrial, en la cual depositamos nuestra confianza para desarrollar dicho proyecto. Agradeciendo su atención a la presente, es propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima.

Atentamente,


CARLOS LEDESMA PRADO
C.I. 091549788 – 7
Administrador KOLEDSA S.A.





Razón Social KOLEDSA S.A.		Número RUC 0992714506001
Representante legal • LEDESMA PRADO JORGE HERNAN		
Estado ACTIVO	Régimen RIMPE - EMPRENDEDOR	
Fecha de registro 27/06/2011	Fecha de actualización 01/02/2023	Inicio de actividades 19/04/2011
Fecha de constitución 19/04/2011	Reinicio de actividades No registra	Cese de actividades No registra
Jurisdicción ZONA 8 / GUAYAS / GUAYAQUIL		Obligado a llevar contabilidad SI
Tipo SOCIEDADES	Agente de retención SI	Contribuyente especial NO

Domicilio tributario

Ubicación geográfica

Provincia: GUAYAS **Cantón:** GUAYAQUIL **Parroquia:** GUAYAQUIL

Dirección

Calle: URB COSTALMAR 1 COND F3 **Número:** 6 **Intersección:** VIA A LA COSTA KM 13
Carretera: VIA A LA COSTA **Kilómetro:** 13 1/5 **Número de piso:** 0 **Manzana:** 2620
Referencia: ATRAS DE CENTRO COMERCIAL COSTALMAR

Medios de contacto

Email: ledesmaj2k@hotmail.com **Celular:** 0999411659

Actividades económicas

- C10200201 - PREPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE PESCADO MEDIANTE EL CONGELADO, ULTRACONGELADO, SECADO, AHUMADO, SALADO, SUMERGIDO EN SALMUERA Y ENLATADO, ETCÉTERA.
- C10200202 - PREPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE CRUSTÁCEOS Y OTROS MOLUSCOS MEDIANTE EL CONGELADO, ULTRACONGELADO, SECADO, AHUMADO, SALADO, SUMERGIDO EN SALMUERA Y ENLATADO, ETCÉTERA.
- G46303301 - VENTA AL POR MAYOR DE PESCADO, CRUSTÁCEOS, MOLUSCOS Y PRODUCTOS DE LA PESCA.

Establecimientos

Abiertos 2	Cerrados 0
----------------------	----------------------

Obligaciones tributarias

- 2021 - DECLARACIÓN SEMESTRAL IVA
- 1031 - DECLARACIÓN DE RETENCIONES EN LA FUENTE